CONTENTS OF NO. 19

(In Japanese with English summary except * in English)

*Takayama, S. and Koyama, T.
Studies on Trawl Net—I. A Net-Mouth Stretcher Working on Kite Principle. 1

Takayama, S. and Koyama, T.
Studies on Midwater Trawling—I. A Midwater Trawl with a Single Warp 27

Amano, K., Uchiyama, H. and Yokoseki, M.
Food Hygienical Studies on Fish Jelly Products—V. Cooking Temperature in Fish Jelly Products (II) 41

Higashi, H., Murayama, S., Yanase, M. and Tabei, K.
Vitamin Contents in Baits for Sports Fishing 55

Published Quarterly by

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

TSUKISHIMA, CHUO-KU, TOKYO

JAPAN

本報告略号
—東 海 水 研 報—

Abbreviation of this bulletin
—Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.—

昭和 33 年 1 月 29 日 印 刷
昭和 33 年 1 月 31 日 発 行

発 行 所　水産庁東海区水産研究所
東京都中央区月島 3 号地

発 行 者　源 生 一 太 郎
東京都中央区月島 3 号地

印 刷 者　笠 井 康 頼
東京都 千代田区 富士見町 1 ノ 10

印 刷 所　株式会社 国際文献印刷社
東京都 千代田区 富士見町 1 ノ 10
電 話 九 段 (33) 0 9 3 1

Studies on Trawl Net—I*
A Net-Mouth Stretcher Working on Kite Principle

Shigene TAKAYAMA and Takeo KOYAMA

Contents

	Page
Introduction	1
Model Experiments	2
1. Method	2
2. Construction and Specifications of the Nets	2
3. Specific Dimensions of the Model Net	3
4. Comparison of Height of Net-Mouth	5
5. Comparison of Net Figurations	7
6. Conversion of Kite from Model to Actual Size	8
Estimation of Hydraulic Resistance in Various Parts of Kite	9
1. Resistance of the Kite	10
2. Resistance of the Accessory Ropes	11
Field Experiments in Tokyo Bay	12
1. Method, Equipments and Other Pertinent Information	12
2. Results	13
3. Discussion	15
Field Experiments in the Yellow Sea	21
1. Equipments and Method	21
2. Results and Discussion	22
Problems to be Solved	24
Summary	24
Acknowledgements	25
References	25

Introduction

It is almost axiomotic that a major factor influencing the catch of trawl fishing is a trawling area to be covered by the net at a certain speed. In case of aiming at some of demersal fish such as cod, sea bream, hairtail, prawn, and so forth, which would likely keep away the bottom, it is as well important to secure the height of the mouth of net at the level of a layer where they inhabit. Of various devices that have been long in service for that purpose in Japan, a representative one is a mouth stretcher for bull-trawl invented by HAYASHI.[1] A kite type of trawl being used for herring fishery in the United Kingdom is supposed to be one of achievements obtained through efforts which have been paid in this field of fishing gear technology in many countries. In practice, however, one has to maintain the form of a working net as suitable, while keeping the net mouth as high, as possible for capturing fish. For no trawl net would possibly hold a good shape at every moment of operation under the influences of drifting by currents, undulation of the bottom topography, and distortion of the wings due to maneuvers of the boat. With a

* Received January 22, 1958.
Contribution A, No. 63 from the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

view to automatically preventing the net from distortion and securing a proper elevation of the net-mouth, a new type a trawl kite has been introduced.

A main feature of the present contrivance is an arrangement by means of which the position of a lifting kite can be automatically adjusted in accordance with performance of the net. After model experiments of the kite carried out in an experimental tank with circulating water, series of field experiments were conducted by the R. V. *Tenyo-Maru* and the *Taka-Maru* of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory in an area of Tokyo Bay in September 1956, and more recently by the *Taiyo-Maru* No. 32 of Taiyo Fishing Company in the central part of the Yellow Sea during February to April 1957. The following are the results obtained from those experiments.

Model Experiments

1. Method

Model nets with the present device and another without the device as the control were separately fixed by the wings at the bottom of a glass-walled tank with an effective area, 0.65 m×1 m. The nets were subjected to various velocities of flowing water to observe their figurations. The elevations of the net-mouth and the kite were measured by a scale.

2. Construction and Specifications of the Nets

Several arrangements were made for constructing the model nets, B and C, with kite (Table 1 and Figs. 1, 2, 3).

Table 1. Specifications of Model Net-C.

Name of part	Material	Diameter	Length or number	Remarks
False head rope	—	—	133 cm (total)	
Float rope	Cotton	2.5 mm	106 〃	
Carriage for kite	Copper	0.5 〃	27 〃	
Head rope	—	2.5 〃	164 〃 (total)	
For square net	Cotton		37 〃	
For wings	〃		127 〃	
Connection rope Two lines, each	〃	2.5 〃	8.7 〃	See Fig. 3-L.
Gussets*	Silk		2 pieces	See Fig. 3-S.
Floats	Cork		16 〃	Total buoyancy 1.2 gr.

* Mesh 1.3 cm., 11×11 meshes, diagonally cut into two, each seamed between the square net and the posterior end of the wing.

(a) A false head rope supporting the kite is not fastened to the kite itself. Instead, the former is made to pass freely through rings fixed at the bridles of the latter. In consequence, the kite will automatically slide to and fro along the false head rope when so circumstanced, and thus may prevent the net from distortion to some extent. In order to have the kite slide as smoothly as expected of, a wire rope is used for the middle part of the false head rope.

(b) Each end of the false head rope is tied to either end of the upper wing so as to make handling of the net as easy, and the wing as high, as possible.

(c) A number of floats are attached to the false head rope to let it clear the way for the net.

(d) In net-C a gusset or a triangular piece of net is seamed between the ends of the square net and the posterior end of the wing to extent the length of head rope along the fringe of the square net as indicated in Fig. 3-C. The aim of this is to hold the net-mouth high without giving it overstrain when pulled up by the kite.

3. Specific Dimensions of the Model Net

Now, in order to work

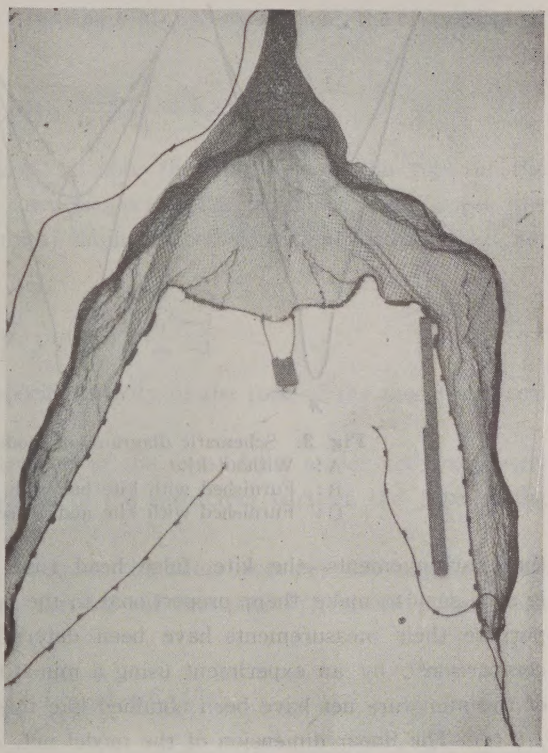


Fig. 1. General view of model net-C with kite.

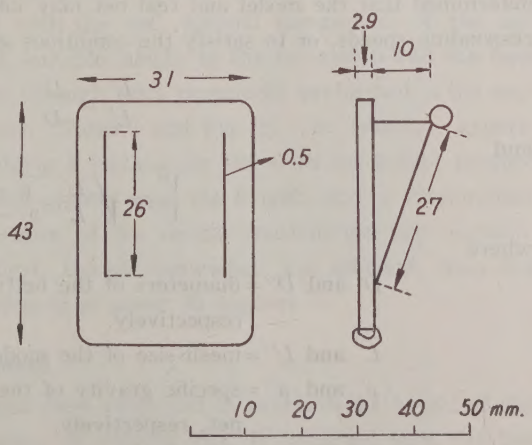


Fig. 2. Diagram of the model kite.

Material	:	Wooden board, cedar
Weight	:	2.4 g.
Buoyancy	:	1.5 g.
Capacity	:	3.9 cm^3
Specific gravity	:	0.62

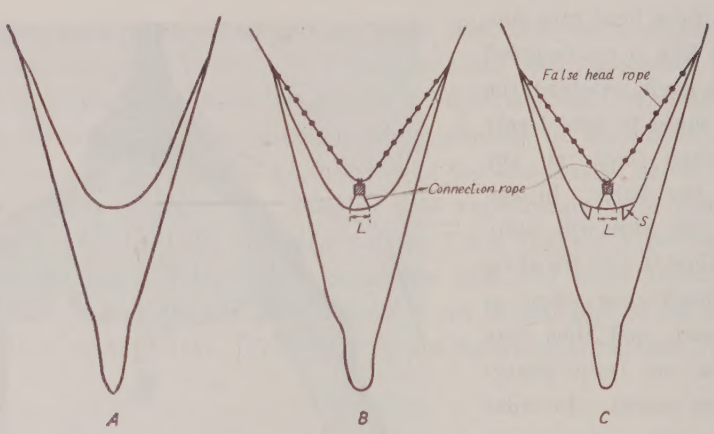


Fig. 3. Schematic diagrams of model nets, A, B, and C.
A: Without kite.
B: Furnished with kite but with no gussets.
C: Furnished with kite and gussets.

these arrangements—the kite, false head rope, gussets, and so forth—for good, it is necessary to make them proportional to the size of the trawl itself. For that purpose their measurements have been determined, on the basis of TAUTI's law of comparison[6], by an experiment using a miniature of a 146-ft-trawl. Specifications of the miniature net have been obtained like this.

(a) The linear dimension of the model net, λ', is reduced to 1/30 of that of the real one, λ'', or $\lambda'/\lambda''=1/30$.

(b) The diameter of the netting cord and the mesh size of the nets are so determined that the model and real net may keep dynamical similarity at their corresponding speeds, or to satisfy the conditions given by TAUTI as follows

$$\frac{L'}{L''}=\frac{D'}{D''}$$

and

$$\frac{V'}{V''}=\sqrt{\frac{L'}{L''}\,\frac{\rho'-1}{\rho''-1}}$$

where

D' and D''=diameters of the netting cords of the model and real net, respectively.

L' and L''=mesh size of the model and real net, respectively.

ρ' and ρ''=specific gravity of the netting cords of the model and real net, respectively.

V' and V''=corresponding speeds for model and real net.

For the netting cord of our model net, silk is used as against the abace for the real net, and its diameter is chosen at $D'=0.094\,D''$. Thus we have

$$\frac{L'}{L''}=\frac{D'}{D''}=0.094$$

and taking ρ' for silk at 1.25 and ρ'' for abace at 1.43 as so found, the corresponding speed ratio is obtained as

$$\frac{V'}{V''}=\sqrt{0.094\times\frac{1.25-1}{1.43-1}}\fallingdotseq 0.234$$

(c) As to the rope, let D_1' and D_1'' denote the diameter of the rope of the model and real net, respectively, then, neglecting the resistance of the ropes, the ratio D_1'/D_1'' required for the dynamical similarity between the model and real net is given by TAUTI as

$$\frac{D_1'}{D_1''}=\sqrt{\frac{\lambda'}{\lambda''}\left(\frac{V'}{V''}\right)^2\frac{\rho_1''-1}{\rho_1'-1}}$$

in which ρ_1' and ρ_1'' represent the specific gravity of the rope of the model and real net, respectively.

With the above equation, the diameter of the rope of the model net was determined according to the size and material of the respective part of the rope of the real net.

(d) Disregarding the hydraulic resistance the floats receive, ratio between the buoyancy of the model float, F', and that of the real one, F'', in conforming each other is represented by

$$\frac{F'}{F''}=\left(\frac{\lambda'}{\lambda''}\right)^2\cdot\left(\frac{V'}{V''}\right)^2\fallingdotseq 6\times10^{-5}$$

This ratio may also be applied in regard to underwater gravity of the ground ropes of those nets.

When the miniature net had been prepared on these principles, and the kite constructed in the size roughly matched with the net, optimal dimensions of the net and kite that would give the most suitable height to the net-mouth and the best figuration to the net were determined through tests repeatedly performed in the way as described in the foregoing paragraph (Table 1 and Fig. 2). In addition, experiments on the shapes of the kite including a rectangular one with the height greater than the width, another with the width greater than the height, and a streamlined one, revealed that the first type, because of its simple construction and superior underwater stability, is more practical, though somewhat less efficient, than the others, working best when the elevation is at about 30 degrees.

4. Comparison of Height of Net-Mouth

Three types of model trawls which were employed to examine the height of the net-mouth under various conditions are: A without kite, B furnished with kite but with no gussets, C furnished with gussets and kite. In B-net the length of false head rope was 124 cm or 85 per cent of the length of head rope. The specifications of C-net are given in Table 1 and Fig. 2. The results of experiments are indicative that the net-mouth is lifted higher in C-net with kite than in A-net, the control (Table 2). In case the distance between the wings is 26 cm, the upper edge

of the mouth of C is about three times as high as that of A, and when wings are set 53 cm apart, about twice as high. Although in no actual case the distance between the wings would be so narrow as 7.8 m, *i.e.*, 26 cm×30, they were set apart like that so as to acquire preliminary information for the field experiments.

Table 2. Comparison of the Height of the Net-Mouth among Various Model Trawls*

Kind of net	Speed of current (m/sec)	When the wings are set 53 cm apart		When the wings are set 26 cm apart	
		Height of kite (cm)	Height of net-mouth (cm)	Height of kite (cm)	Height of net-mouth (cm)
A	0.29	—	5.7	—	6.3
	0.35	—	5.3	—	6.0
	0.41	—	5.0	—	5.7
B	0.29	16.0	9.3	17.3	12.7
	0.35	16.0	9.3	16.0	11.0
	0.41	13.0	8.3	15.0	10.0
C	0.29	18.3	11.7	23.3	17.0
	0.35	18.3	11.7	22.6	16.0
	0.41	17.0	11.0	21.7	15.3

* Indicated the height measured from the bottom of the tank.

In C-net, differences of the mouth-height, which is remarkable depending on the distance between the wings, are partly attributable to the size of the gusset nets. This is suggestive that one has to take the distance of the wings into consideration when he designs a size of the gussets. B-net has been found to fall between C and

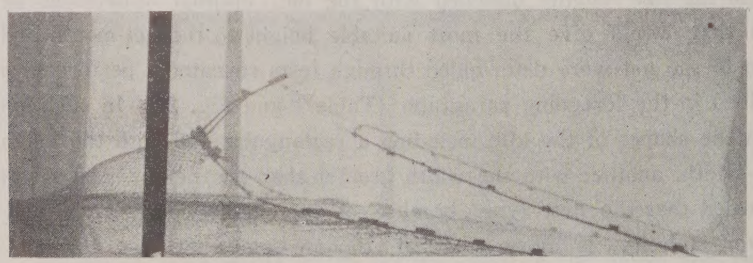


Fig. 4. Model net-C furnished with gussets and kite.

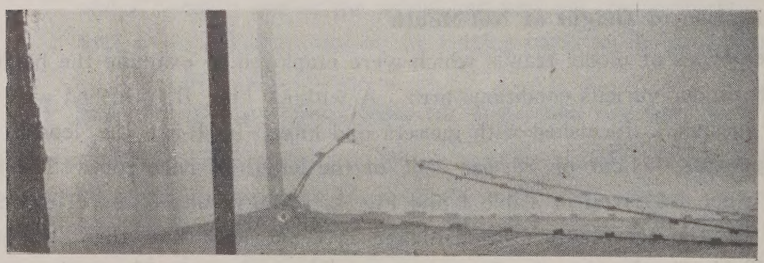


Fig 5. Model net-B furnished with kite but with no gussets.

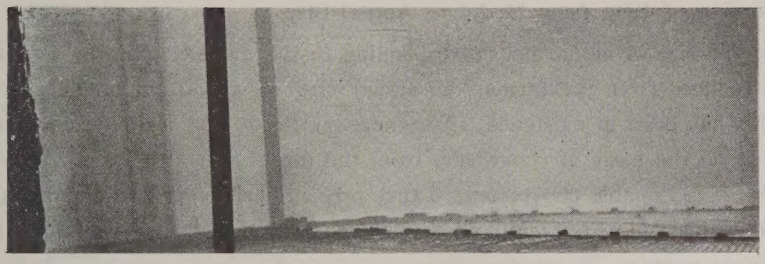


Fig. 6. Model net-A without kite.

A in regard with elevating ability of the net-mouth. Illustrated in Figs. 4, 5 and 6, are the various types of model net under the current speed at 0.29 m/sec corresponding to 2.5 knots for the real net.

5. Comparison of Net Figurations

When the tests were carried out in the circulating water tank to see if the kite would properly work in adjusting distortion of the model net, the size limit of the tank made it difficult to have the distortion expectable from drifting net.

Therefore, observation was taken in regard to their deformation occurring from the wings fixed at the positions unbalanced from each other. The distance between the wings was set 53 cm apart, and the current speed was either 0.3, 0.35 or 0.4 m/sec. In consequence, excellent performance expected of the kite in automatically securing a suitable formation of the net has been confirmed as indicated with net-E in Fig. 7. Nets-D and -E had their net-mouth risen as good as in the preceding tests.

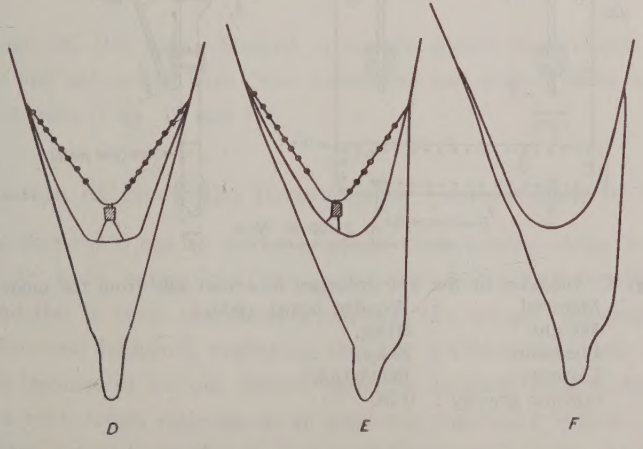


Fig. 7. Schematic views of figurations of trawls with or without kite.
D: Normal figuration of net-C with kite.
E: Kite adjusting distortion of net-C.
F: Distortion of net-A without kite.

6. Conversion of Kite from Model to Actual Size

While the size of actual net corresponding to the model is known as the latter has been reduced from the former, an actual size of a kite is not, for no such a kite as this has been in existence. This necessitates it for a life-sized kite to be constructed on the basis of conversion from the model.

To effect reasonable conversion, TAUTI presents following two equations for the dynamical similarity to be maintained between the model and real kite at their corresponding speeds

$$\frac{\lambda_k'}{\lambda_k''} = \frac{\lambda'}{\lambda''}$$

$$\frac{\rho_k'-1}{\rho_k''-1} = \frac{\lambda''}{\lambda'}\left(\frac{V''}{V'}\right)^2$$

where

λ_k' and λ_k'': linear dimensions of the model and real kite, respectively,
ρ_k' and ρ_k'': specific gravity of the model and real kite, respectively.

Based on the above equations, the kite for the real net was built 30 times as large as the model one with a specific gravity $\rho_k''=0.78$ as obtained for the value of $\rho_k'=0.62$.

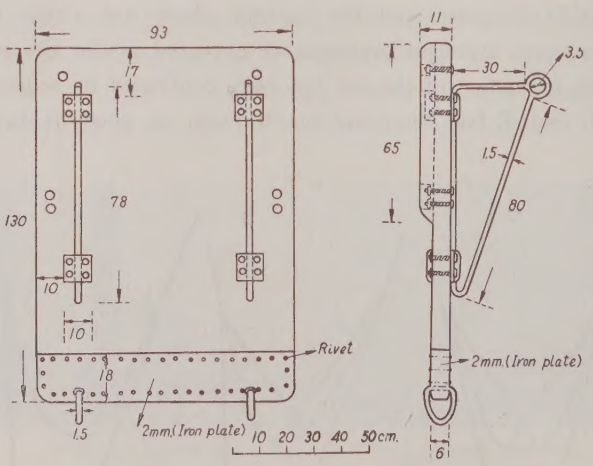


Fig. 8. Diagram of the kite enlarged to actual size from the model.

Material	:	Wooden board, cedar
Weight	:	80 kg.
Buoyancy	:	23 kg.
Capacity	:	103,000 cm³
Specific gravity	:	0.78.

The false head rope, and connection rope and the gusset net for the real net have been prepared as well on the basis of conversion factors mentioned in the foregoing section (Fig. 9).

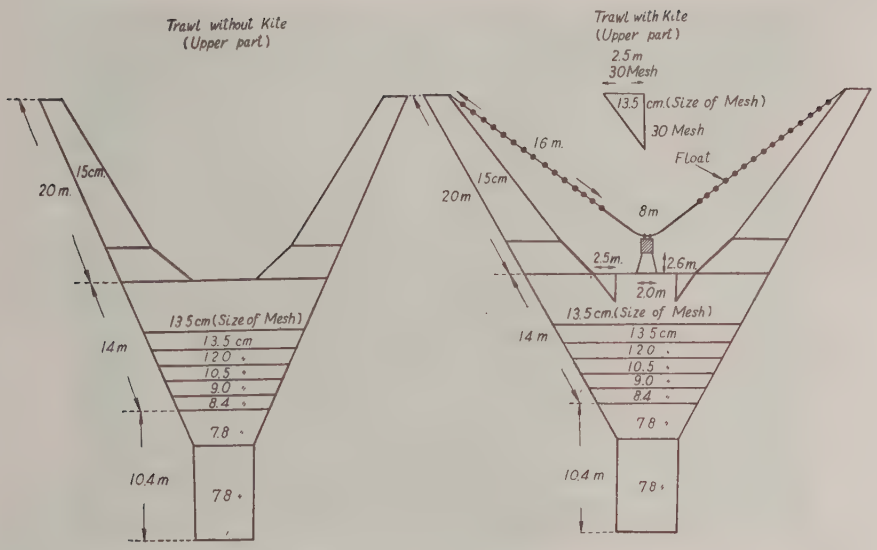


Fig. 9. Detailed diagrams of the trawls with or without kite engarged to actual size from the models.

Head rope for the trawl without kite.

Total length	:	44.2 m.
for wings	:	19.1 m.
for square net	:	6.0 m.

Ropes and accesories for the trawl with kite.

Head rope, total length	:	49.2 m.
for wings	:	19.1 m.
for square net	:	11.0 m.
False head rope, total length	:	40.0 m.
for float rope, combination type, 2 cm. diam., two lines, each	:	16.0 m.
for carriage of kite, wire, 12 mm. diam.	:	8.0 m.
Connection rope, two lines, tied at the center of square net, each	:	2.6 m.
Floats, cylindrical, plastic sponge, buoyancy 0.2 kg. per piece	:	100pieces

On the basis of the data obtained from the model experiment (Table 2) the heights of kite and net-mouth have been estimated for actual cases under various velocities of currents (Figs. 10 and 11).

Estimation of Hydraulic Resistance in Various Parts of Kite

A question that could not be solved in model experiments owing to the size of the tank was to what extent the kite in service would affect development of the otter board, and this in turn, the distance between the wings. Although a value to be calculated for total hydraulic resistance that the net receives could not be made reliable enough because of various factors possibly involved in this case, it may be worth having a very rough estimate as to what the resistance is like. To simplify the problem, here we will consider it as two dimensional one in calculating, first, resistance of the kite and the accessory ropes then their respective ratio to the total resistance, taking neither buoyancy nor underwater gravity into account.

Elevation of the kite and developmental angle of the ropes will be computed on

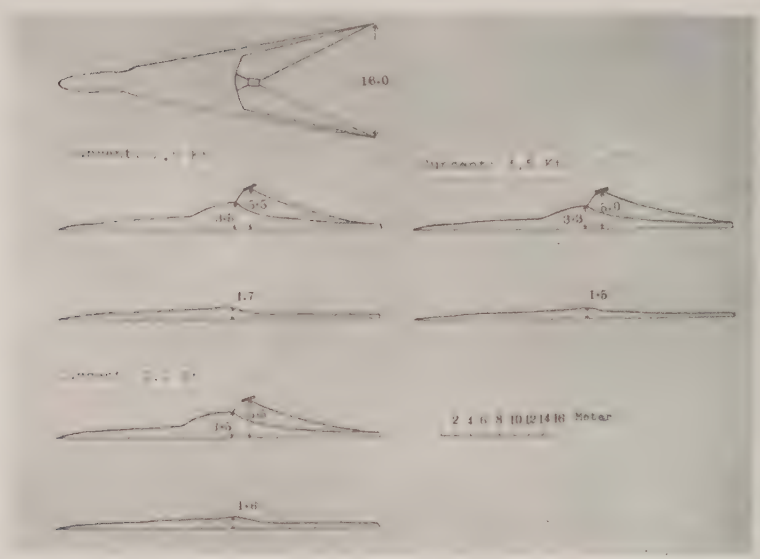


Fig. 10. Height of net-mouth under various current speeds computed from the model wings set 53 cm. apart as in Table 2.
Note the net-mouth with kite risen higher than that without kite.

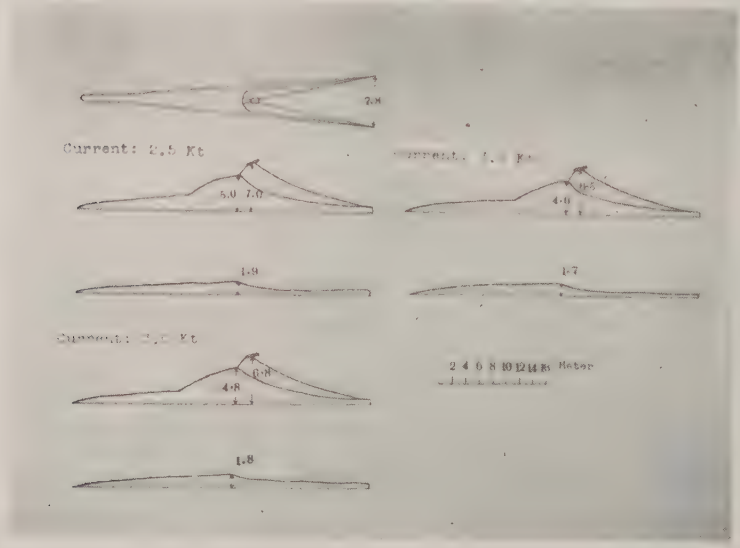


Fig. 11. Height of net-mouth under various current speeds computed from the model wings set 26 cm. apart as in Table 2.
Note the net-mouth with kite risen higher than that without kite.

the basis of the data obtained in the model experiments.

1. Resistance of the Kite

When a board is towed through a fluid with its plane oblique to the direction of towing at an angle of attack θ, as in the case of the kite under consideration, the

resistance against towing, P, may be expressed by

$$P=P_\theta \cos\theta$$

in which P_θ represents the normal pressure on the board.

Taking DUCHEMIN's expression for P_θ, we have

$$P_\theta=P_{\underline{1}}\frac{2\sin\theta}{1+\sin^2\theta}$$

In the above $P_{\underline{1}}$ represents the direct pressure on the board as it is towed vertically to its plane, and it may be expressed by

$$P_{\underline{1}}=C_x\frac{1}{2}\rho V^2 S$$

where

ρ=density of the fluid,
V=towing speed,
S=plane area of the board,
C_x=coefficient dependent on REYNOLDS' number

For our kite, taking $S=1.3\,\mathrm{m}\times 0.93\,\mathrm{m}=1.21\,\mathrm{m}^2$, $C_x=1.13$, $\rho=104\,\mathrm{kg\cdot sec^2/m^4}$ and $\theta=32°$ (observed value of the angle by the tank experiment), values of P at various towing speeds are estimated as below.

Table 3. Estimated Resistance of the Kite

Towing speed V knot	Resistance P kg
2	53
3	119
4	212

2. Resistance of the Accessory Ropes

When a rope of diameter D and length L is moved throgh a fluid of density ρ at an angle of attack θ with a velocity V, its resistance can be expressed by

$$P=C_D\frac{1}{2}\rho V^2 LD$$

where C_D=drag coefficient dependent on the angle of attack θ.

With the above equation the resistances of the false head rope and the connection rope are estimated as given in Table 4.

In summing up, the additional resistance due to the arrangement of the kite is roughly estimated to be 63, 142 and 252 kg at the towing speed of 2, 3 and 4 knots, respectively.

In addition we have to consider some increase in the resistance resultant from modifying the net with the gussets.

Resistance of a trawl, though it is more or less variable depending on the bottom character and topography, has been expressed in the term of tension of about 5

Table 4. Estimated Resistance of the Accessory Ropes

		False Head Rope				Connection Rope
		Combination Rope	Float Rope	Wire Rope	Total	
Diameter	D m	0.021	0.055	0.012		0.021
Length	L m	16	16	8		5.2
Angle of Attack*	θ°	16	16	16		44
Drag Coef.	C_D	0.09	0.09	0.09		0.87
Resistance P kg	v=2 kt	1.7	4.4	0.5	6.6	3.5
	3 〃	3.8	9.9	1.1	14.8	7.7
	4 〃	6.8	17.6	2.0	26.4	14.0

* Observed value of θ by the tank experiment.

tons in case of a 146-ft-trawl towed at 3 knots under a normal circumstance (HAYASAI[5]). With this view in mind, 142 kg, representing the additional resistance due to the present device towed at 3 knots may not be so serious when compared with the total resistance 5 tons the net would receive. Even if resistance from the modification of the net should, in a liberal estimation, be as much as from the kite, the sum of these resistances would not exceed far above 300 kg. For the reason that an increase in the resistance to such an extent as this, would frequently occur in a trawl operation on account of changes in the warp length, or in bottom characters as well as of receipt of fish into the net, it may be feasible to believe that an additional resistance from the present kite would not critically affect development angle of the otter boards.

Field Experiments in Tokyo Bay

1. Method

Equipments and Other Pertinent Information—In the experiments in Tokyo Bay formations of two 146-ft-trawls, one enlarged from model net-C, the other from net-A, were independently towed by a research boat at various speeds to detect net formation by an echo-sounder on board another boat following them. The results obtained from them have been compared with each other as well as with those from the model experiments to give them an adequate interpretation.

In addition, development and tension of the otter boards were evaluated at certain intervals of time in an attempt at obtaining data comparble between both trawls. As the experiments were aiming at no commercial catch, the cod ends were left open in towing the nets.

Some of essential information pertinent to the experiments are:

Date: September 7 and 8, 1956.

Locality: The central area of Tokyo Bay, with flat, sandy bottom sounded 26–29 m, was preferred for need of comparable basis of experiments into consideration.

Research vessels:	*Tenyo-Maru* (230 gross tons) trawling the net, *Taka Maru* (15 tons) following it.
Main engine of the trawler:	4 stroke cycle, Diesel, 430 hp.
Trawling speed:	2.5, 3 and 3.5 knots relative to the current velocity.
Type of trawl:	*Chosei* type, similar to V.D. type.
Hand rope length:	100 m.
Length of warp:	60 m.
Length of net:	Total approx. 44 m, including wing 20 m, square and baiting 14 m, cod end 10.4 m (Fig. 9).
Echo-sounder:	50 kc: 50 m range; vibrator, titanate barium; half beam angle, 30°; recording speed, 36 mm/min.
Current meter:	Model CM-3, electric, served for determining relative speed of the boat, one set for each boat.
Angle indicator:	Used for measuring developmental angle of warp.
Tension meter:	Hydraulic type.
Kite:	Enlarged from the model (Figs. 8 and 9).

2. Results

The experiments on the first day, September 7, were of preliminary nature, investigating technical aspects to be taken care of in operation of the gear and in

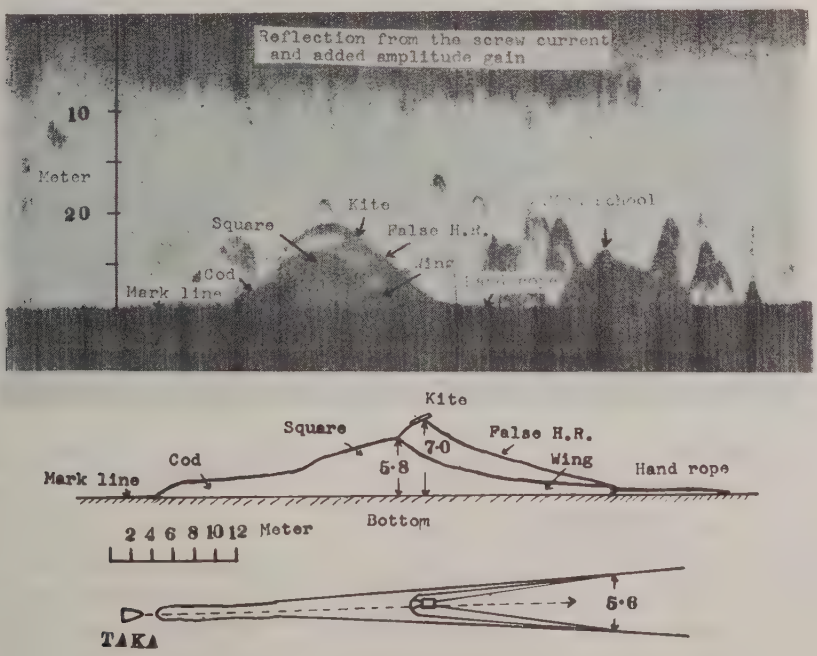


Fig. 12. Echoes from the trawl with kite towed at 2.5 knots.
Date: September 8, 1956, 0735

Tenyo-Maru		*Taka-Maru*	
Direction	: S45°W. (head wind)	Speed	: 3.8 Kt.
Developmental angle of warp	: 17°	Direction	: S44°W

detection of the nets by the echo-sounder. Among the data on the second day shown in Table 5, the heights of kite and net-mouth were computed from the recording papers of the echo-sounder by the procedures to be described here. When the trawler-*Tenyo-Maru* tows a 44 m-long-net at a speed V' (cm/sec) and her sister-*Taka-Maru* with the echo-sounder at V (cm/sec), both keeping the same direction, the length of time that requires *Taka-Maru* to pass right over net will be $4400/V-V'$ (sec). Then, $0.6\times4400\,(\mathrm{mm})/V-V'$ is the length of the net to be echoed on the recording paper running at 0.6 mm/sec.

So far as V and V' at the time of sounding the nets have been known, and *Taka-Maru* in following the track of her forerunner passed exactly above the nets, the calculated value should agree with the observed one. If not, the case should be regarded as an evidence where the boat was not following right above the net, disproving accuracy of the observed value. Selecting some of the data found to coincide with calculated values, we have plotted the heights of kite and net-mouth on the recording papers, taking inconsistant data a little into account. (Table 5, Figs. 12–16)

In case of the distance between the wings, calculation has been made, first, for

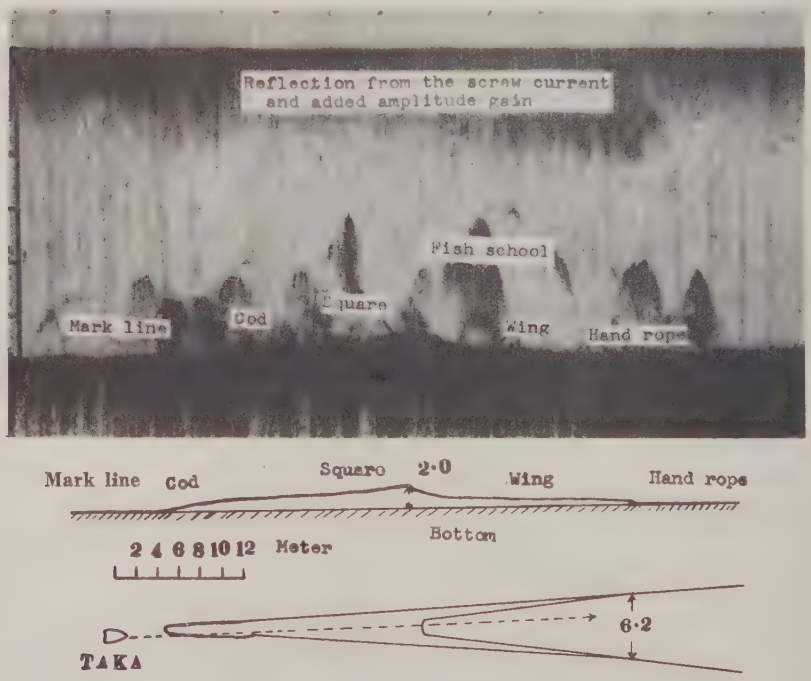


Fig. 13. Echoes from the trawl without kite towed at 2.5 knots.
Date: September 8, 1956, 1010

Tenyo-Maru		*Taka-Maru*	
Direction	: N40°E (fair wind)	Speed	: 3.0 Kt.
Developmental angle of warp	: 19°	Direction	: N39°E

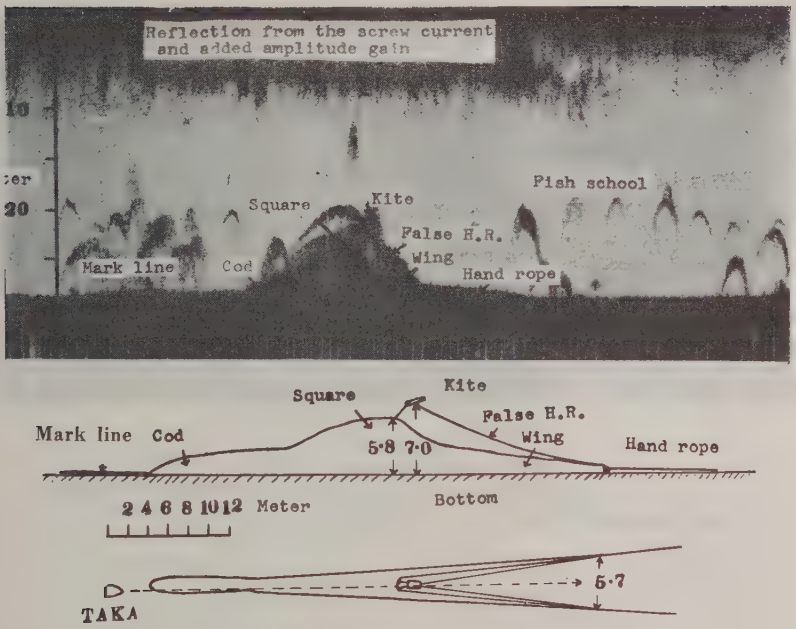


Fig. 14. Echoes from the trawl with kite towed at 3.0 knots
Date: September 8, 1956, 0710

Tenyo-Maru		*Taka-Maru*	
Direction	: S45°W. (head wind)	Speed	: 4.2 Kt.
Developmental angle of warp	: 17°	Direction	: S44°W

the distance between the otter boards on the basis of the length-angle-relationship of warps presumedly extending straight to the otter board. Then, one may have an isosceles triangle bounded by the distance between the otter boards as the base, and the length of hand rope (100 m) plus the length of net (44 m) both supposedly forming a line as a leg. From this triangle the distance between the wings can be computed. Admittingly such procedures like these would involve chances of errors, but we dared to use them, as there was no preferable one, in the thought that when errors, if any, had been introduced to the same procedures in computation heights of the net-mouths, the extent of the error should likely have been the same between the two net.

The records reflected from the echo-sounder and their schematic views interpreted from them are presented in Figs. 12–16, with the position of the net indicated by legend "mark line", which was a buoy rope tied at the cod end to expediate detection of the nets.

3. Discussion

The distance between the trawl wings ranged from 5.6 to 7.4 m as is obvious in the results of the experiments (Table 5 and Figs. 12–16).

Such a narrow distance as this would be most unlikely to occur in commercial

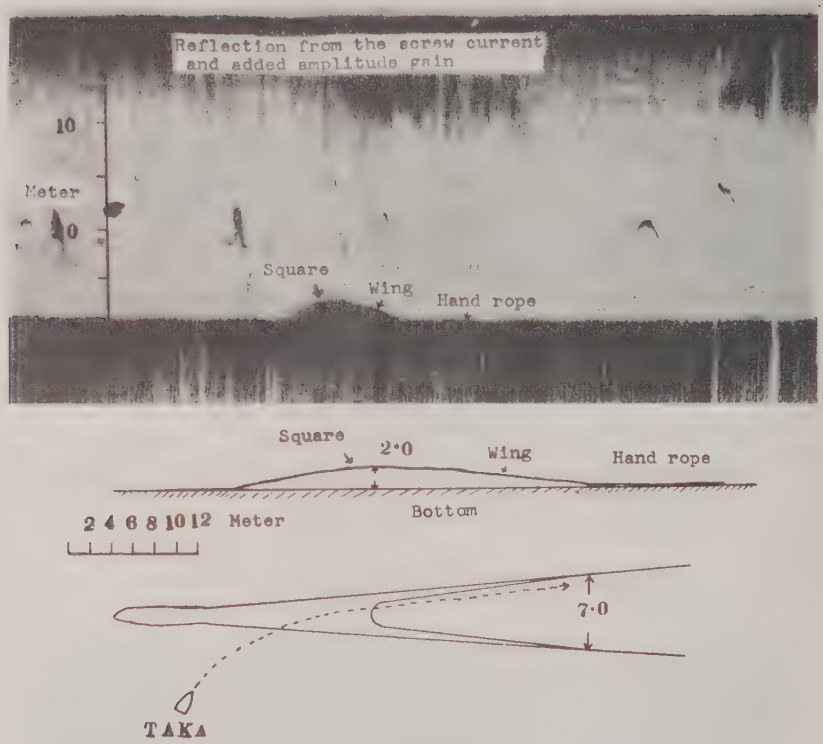


Fig. 15. Echoes from the trawl without kite towed at 3.0 knots.
Date: September 8, 1956, 0935

Tenyo-Maru		*Taka-Maru*	
Direction	: S45°W (head wind)	Speed	: 4.5 Kt.
Developmental angle of warp	: 22°	Direction	: No specific course was set.

Exact measurements of the figuration could not be taken because of the position of the echo-sounder sliding away from the net.

trawl operation. However, since this distance roughly corresponds to 7.8 m convertible by the factor 30 from 26 cm set for the distance of the model wings, the observed heights of the net-mouths seem to be comparable with the value calculated from the model experimental data (Fig. 11). Let us remind that the net-mouth of C was held nearly three times as high as A of the model nets, an increase which closely approximates to 2.5 to 2.9 times obtained in the observed heights. Furthermore, the nets towed at 2.5 to 3 knots must have given forth the formations almost similar to those in the model test. Here, however, attention should be called to a few points like these. In towing at 3.5 knots, the net with kite came completely clearing away the sea bed (Fig. 16), and even the control net was liable to stray off the bottom (Table 5). A feasible explanation of the phenomena is this. The ground rope, which was a little too light and had been left dry before use, hardly had time to increase its weight by absorbing water enough while it was serving duty. On the

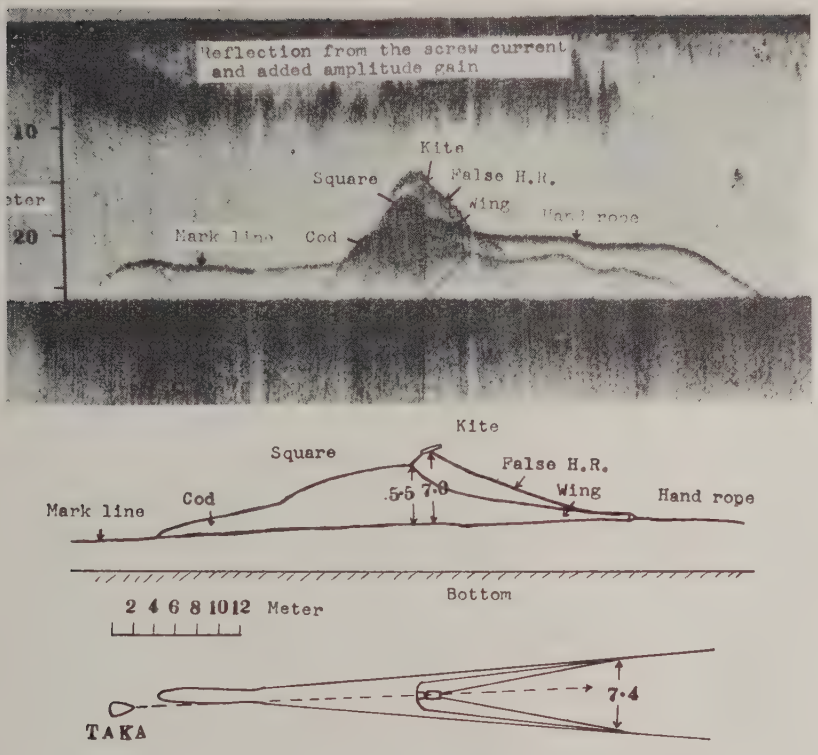


Fig. 16. Echoes from the trawl with kite towed at 3.5 knots.
Date: September 8, 1956, 0640

Tenyo-Maru		*Taka-Maru*	
Direction	: S45°W (head wind)	Speed	: 5.5 Kt.
Developmental angle of warp	: 23°	Direction	: S43°W

Note the net clearing off the bottom.

other hand, the model nets never left the bottom naturally because their wings were fastened at the bottom with their cod ends kept closed owing to the size limit the tank.

As had been described, the observed height of net towed at 2–3 knots was approximately accordant with the one calculated from the model experiments. As far as trawing speed is kept at that rate, therefore, it may be reasonable to assert that the net with kite would keep the height nearly twice as much as the kite-less one even if the wings were expanded 16 m wide. In addition, a preliminary record on the day before—one when the echo-sounder failed to pass above the net—seem to offer a fairly good reason for which we can roughly estimate the performance of net like mentioned above.

With a closed cod end the net can be precluded from floating off the bottom by furnishing a little amount of chains to the ground rope that has been imbued sufficiently with water, though the relationship between lift of the kite and weight of the ground rope still remains to be seen.

Table 5. Date Relevant to Comparative Experiments of a 146-ft-R. V. *Tenyo-Maru* that towed the nets

	Time	Cruising		Angle of warp	Revolution of engine Rev/min	Wind	
		Speed* (knot)	Direction			Direction	Force
Trawl with the present kite	08 00	2.35	S45°W	17°	180	SW	2
	07 55	2.30	〃	〃	〃	〃	〃
	07 50	2.35	〃	〃	〃	〃	〃
	07 35	2.5	〃	〃	〃	〃	〃
	07 30	2.8	〃	〃	〃	〃	〃
	07 25	2.7	〃	〃	〃	〃	〃
	07 15	3.25	〃	18°	200	〃	〃
	07 10	3.0	〃	〃	〃	〃	〃
	07 05	3.2	〃	16°	〃	〃	〃
	06 50	3.6	〃	23°	248	〃	1
	06 45	3.5	〃	〃	〃	〃	〃
	06 40	3.5	〃	〃	〃	〃	〃
	06 35	3.5	〃	〃	〃	〃	〃
	06 30	3.4	〃	〃	〃	〃	〃
Trawl without the kite	10 20	2.6	N40°E	20°	180	SW	2
	10 10	2.5	〃	19°	〃	〃	〃
	10 00	2.6	〃	〃	〃	〃	〃
	09 45	3.0	S35°W	23°	200	〃	〃
	09 40	3.1	〃	22°	〃	〃	〃
	09 35	3.0	S45°W	〃	〃	〃	〃
	09 30	2.8	〃	〃	〃	〃	〃
	10 35	3.5	N40°E	23°	240	〃	〃
	10 30	3.5	〃	22°	〃	〃	〃
	10 24	3.4	〃	23°	〃	〃	〃

— Neither applicable nor specified. * Relative speed of the boat.

The data shown in Table 6 may relieve our worry about some other technical difficulties contingent to the kite operation. For one thing, furnishing the net with the kite does not seem to deplete developmental angle of the warps to such an extent as to affect the wing distance, for a reduction in the angle, if any, was not more than 3 degrees and that was only when the net was trawled with kite at 3.5 knots.

Trawl with or without Kite in Tokyo Bay, September 8, 1956

R. V. *Taka-Maru* that followed the net by an echo-sounder

Time	Cruising		Height from bottom		Distance of wings	Remarks
	Speed* (knot)	Direction	Kite (m)	Net-mouth (m)	(m)	
07 48	4.0	S43°W	7.0	5.9	5.6	
— —	—	—	—	—	—	
07 38	3.8	S44°W	7.0	5.8	5.6	Shown in Fig. 12.
07 24	3.6	S45°W	7.0	5.8	5.6	
07 13	4.2	S44°W	7.0	5.8	5.7	Shown in Fig. 14.
07 03	4.5	S45°W	7.0	5.8	5.3	
06 48	5.5	S45°W	7.0	5.6	7.4	The net rose 4 m above the bottom.
06 40	5.5	S43°W	7.0	5.5	7.4	The net rose 4 m above the bottom. (Fig. 16)
06 29	5.6	S43°W	7.0	5.5	7.4	The net rose 3 m above the bottom.
10 13	3.0	N39°E	—	2.0	6.2	Shown in Fig. 13.
10 08	3.5	N40°E	—	2.0	6.2	
09 43	5.5	S35°W	—	2.1	7.4	
09 36	4.5	—	—	2.1	7.0	Shown in Fig. 15.
10 33	5.5	N40°E	—	2.2	7.4	The net rose too high.
10 27	5.5	N39°E	—	2.6	7.4	The net rose too high.

The same was the case with regard to the speed of the engine for both nets each towed at 2–3 knots. Occasionally the number of revolution happened to increase about 8 in trawling with the kite as compared to the engine revolution of the control, partly due to running against the wind at 3.5 knots, but more probably due to unknown factors. At any rate, that much acceleration in the engine is not likely to reveal substantial increase in the resistance of the machine resultant from the kite.

(See foregoing paragraph for information about the engine). In regard to the tension given to warps, little or no difference was apparent between the kite trawling and the control test, allowing that the data from both nets are unreliable for lack of consistancy owing to the tensionmeter put out of order. In case of field experiments it may not always be impossible to employ modern diving techniques such as the "aqualung" and underwater photography for observing, at first hand, the kite adjusting the net from distortion, an idea which the circumstances did not permit the authors to realize, however. As yet when one recalls close proximity between the model and field experiments on the capacity of the kite showed in holding the mouth-height, he may be able to presume with a minimum risk that as far as towing speed is limited to 2–3 knots, the kite would be nearly as active in adjusting the distortion as expected from the tank experiments.

In no test in Tokyo Bay the kite and the false head rope failed to avoid entangling with the net. Neither they would require the time and labor for fishermen to haul up catch more than an ordinary trawl does. For these accessories can be left afloat on the water while only the cod end has to be hauled up aboard, their buoyancies being accounted for the advantages. Of course, attention should be paid against a possibility where a longer period of continuous operation would make the kite water-logged and deprive of its buoyancy, the case which in turn would likely result in serious difficulties such as toppling of the kite or entangling with the net, as will be referred to in the forthcoming section. Figs. 17–19 show the devices used in the experiments.

Fig. 17. Kite and false head rope used in the experiments.

Fig. 18. R.V. *Tenyo-Maru* trying to adjust the net formation.

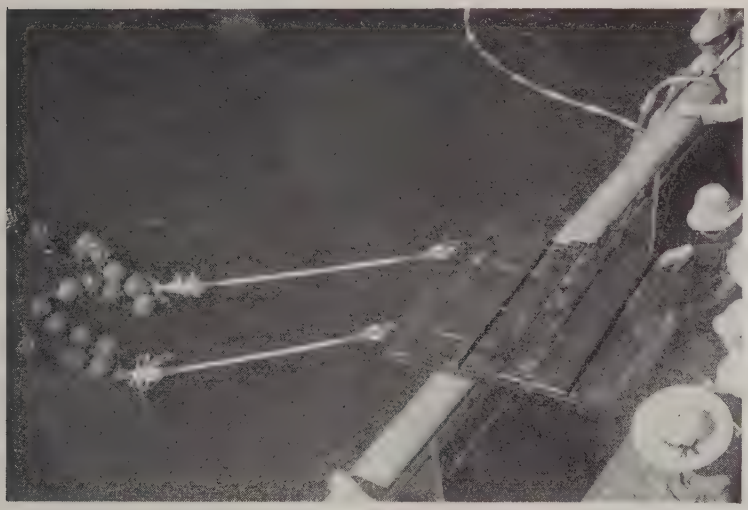


Fig. 19. Kite about to be put in use.

Field Experiments in the Yellow Sea

1. Equipments and Method

During the months from February to April 1957, further experiments were conducted by the crew of the *Taiyo-Maru* No. 32 (369 gross tons, with Diesel engine 700 hp.) in a fishing ground for the prawn (*penaeus orientalis* Kishinouye) located in the central area of the Yellow Sea. In furnishing a trawl, TT8–B1 type of Taiyo Fishing Co., head rope 128 ft. in length, with the present device, the kite in the preceding experiments was used as it had been, while the gussets and the carriage wire of the false head rope were somewhat modified in length from the previous ones (Fig. 20).

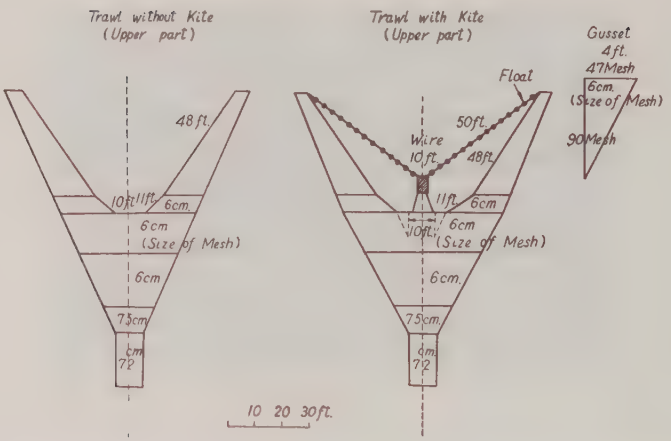


Fig. 20. Detailed diagram of the 128-feet-trawl with kite used by the *Taiyo-Maru* No. 32.

Ropes and accesories for the net with kite		
False head rope, total length	110	feet
for float rope, combination type, 2 cm. diam., two lines, each	50	〃
for carriage of kite, wire, 12 mm. diam.	10	〃
Head rope, extended by 8 feet for two gussets seamed between square net and wing	136	〃
Connection rope, combination type, 2 cm. diam., one end of each tied 3-1/2 feet apart from the center of the square net, the other end to the lower corner of the kite, each	9	feet
Chains, 9 mm. diam., for additional weight of ground rope	30	meters
Floats		
for false head rope, cylindrical plastic sponge, buoyancy 200 gr. per piece, 60 pieces per side	120	pieces
for square net, glass ball, 24.2 cm. diam.	10	〃
for wings, glass ball, 18 cm. diam., each 3 feet apart from other, total number approx.	40	

In order to prevent the ground rope from clearing off the bottom as it did in the previous tests when towed at 3.5 knot, a length of chains was added to it. Arrangements of the chains and different types of floats are specified in the footnote of Fig. 20.

The height of the square net was measured by the height meter[5] furnished at the center of the head rope for everyone of three types of nets: A the control, without kite; B with kite but without gussets, false head rope being 85 per cent of the head rope in length; C with kite and gussets. The distance between the wings was estimated from developmental angle of warps determined to compare the data among these nets. Trawling speed was obtained by observation of drifting wooden pieces released from the boat.

2. Results and Discussion

In relative speed of trawling at 3.3–3.6 knots, the height of the net-mouth was about 2.5 m for A-net, the control. In case of C-net, it was about 5.4 m or more than twice as high, while the angle of warps decreasing 2–3° from that of the con-

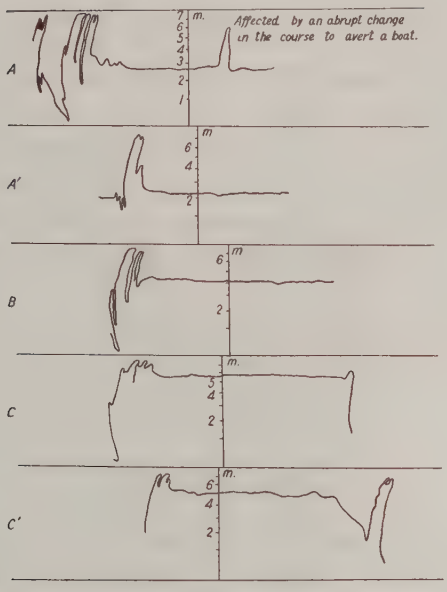


Fig. 21. Comparisons of undulating height* of trawl towed with or without kite by the *Taiyo-Maru* No. 32

Type of net	A	A′	B	C	C′
With or without kite	Without	Without	With	With	With
With or without gussets	Without	Without	Without	With	With
Head rope length, total	128 ft.	128 ft.	128 ft.	136 ft.	136 ft.
Force of wind	1, fair wind	1, head wind	2, fair wind	3, fair wind	2, head wind
Depth	70 m.	70 m.	75 m.	75 m.	80 m.
Relative trawling speed	3.3 knots	3.5 knots	3.6 knots	3.5 knots	3.5 knots
Engine revolution	222 rv/min.	226 rv/min.	230 rv/min.	220 rv/min.	220 rv/min.
Warp length	220 m.	220 m.	230 m.	230 m.	250 m.
Developmental angle of warp	16°	15.5°	13.5°	13°	13°
Chains added to ground rope	Without	Without	9 mm. diam., 30 m.	9 mm. diam., 30 m.	9 mm. diam. 30 m.
Major kind or catch	Croaker, prawn and flatfishes	Prawn and croaker	Prawn and croaker	Prawn, flatfish and croaker	Prawn and flatfishes

* Determined by a net-height indicator /5/.

trol. The decrease in the wing distance in nets B and C computed by the same procedure as in the preceding test was approximately 3–4 m. B-net had the mouth-height about 4 m, or by nearly 1.5 m higher than the control.

However, since the position of the kite would be some 2 m above the upper end of the net-mouth, nets B and C would be almost as effective for inducing fish shoals to come into the net, as if they had the mouth 2 m still higher. With the wing distance estimated at 16–17 m, the mouth height was fairly higher than that in the model experiments (Fig. 10) with the wing distance convertible to 16 m. This may be ascribed partly to the net designed smaller than it ought to be in proportion to the kite, and partly to the mouth height, for the purpose of catching the prawn arranged greater than in an ordinary trawl. A good number of catch such as flat-

fishes living on the bottom and amounts of mud remaining on the ground rope when hauled up on board, served as evidences in the inferrence that the ground rope had been kept closely on the bottom. The number of revolution of the engine varied but little among different types of trawling. In regard to the kite operation there had seldom occurred difficulties in first 5 days of the experimental period. However, in the later half the kite became water-logged and could not be helped up by the floats whose total buoyancy was 5 kg, thus giving considerable troubles to the crew in manipulating it. A few suggestions will be recommended in this regard in the next section.

Up to the present time several commercial trawlers have been using the present type of kite in their operation for a longer period. A detailed report will be prepared later on the results from these operations.

Problems to be Solved

(1) With a view to obviating water-logging, a water-tight float type of the kite has to be made either of plastic or of light-metal alloy. At the same time, an optimal weight of the ground rope has to be determined through experiments in regard with a proposed type of the kite, trawling speeds and bottom characters.

(2) The gusset, or a triangular net, as used in fabricating the present trawl with kite, may not necessarily be the best means to secure an effective formation of a trawl in respect to the shape of the net-mouth. Not only to elevate the net-mouth but also to provide it as round as suitable for inducing fish shoals into the net is most desirous in designing a trawl. An idea for that objective would be to interweave between the upper and lower nets along each side a rhombical piece of net in a proper length.

(3) A wing type of the like smaller in size may provide the lifting ability as good as the tested one. In that case, however, attention should be drawn to under-water stability of the kite as well as risks of damaging it by the rough sea in the course of operation.

Summary

(1) When an ordinary trawl was furnished with a kite and gussets described above, the height of net-mouth was found to increase about twice as much while the distance between wings became by about 3–4 m shorter. Another net with kite but no gussets had the net-mouth elevated some 1.5 m more than the control.

(2) In trawling with the kite at 3–4 knots, iron chains, 0.9 cm in diameter, about 30 m in length, have to be added to the ground rope. In that case, the numbers of floats are the same with those for a kite-less net.

(3) Free and automatical movement of the kite has to be secured for need of adjusting deformation of the net and handling it during fishing operation.

(4) The length of false head rope is nearly 85 per cent of the head rope; connection rope is about 9 ft long.

(5) Sufficient buoyancy is required for the kite as well false head rope to obviate them from entangling with the net, and the kite from water-logging. When a wooden kite is to be used, one or two spares should be employed alternatively.

(6) With a moderate buoyancy the false head rope and the kite would require but little time and manpower for manipulation more than an ordinary trawl does.

(7) Formation of the nets has been found almost similar between the model and the field experiments.

Acknowledgements

The authors wish to express their profound gratitudes for cooperation and suggestion rendered in the course of the present study by a number of persons. They are Captain S. Sakai and the crew of the R.V. *Tenyo-Maru*, Captain T. Oka and the crew of the *Taiyo-Maru* No. 32, Messrs. M. Kawakami Chief, Trawl Division of Taiyo Fishing Company, S. Suzuki Assistant Chief of the same, T. Nomura and T. Kawakami fishing technologists of Taiyo Fisheries Laboratory, S. Nakamura, H. Taketomi, Y. Tahara, M. Takagi and English Liter M. Ishida of the Tokai Regional Fisheries Research Laboratory.

References

1) HAYASHI, H.: A study of a trawl mouth stretcher (in Japanese), Jour. Fish. Exp. St., 3, 1933.
2) IMAMURA, Y.: Model experiment of the British herring trawl (in Japanese) Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 10 (5), 1942.
3) NOMURA, M. and T. YASUI: Model experiment on various types of trawl net (in Japanese), Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 18 (12), 1953.
4) KANDA, K.: The notes on mid-water trawl, Fish. Tech. 1 (7), 1954.
5) KUMAGORI, T., S. HAMURO and K. ISHI: Automatic net-height meter and ground rope indicator for trawler with the results of experiments (in Japanese), Tech. Rep. Fishing Boat. 6, 1955.
6) TAUTI, M.: A relation between experiments on model and on full scale of fishing net, Bull, Jap. Soc. Sci. Fish. 3 (4) 1934.
7) ————: "Physcis in fishing technology." Asakura, Tokyo, Japan, 1949.
8) HAYASHI, H.: The calculated tension in towing two-boat-type trawl (in Japanese), Fish. Invest. 20 (1), 1925.
9) ————: Ibid. 19 (7), 1924.
10) SATO, E. and S. KURITA: An experiment on the resistance and bouyancy of floats for the seine (in Japanese), Fish. Invest. Fish. Ex. 9, 1943.
11) MIYAMOTO, H.: "Study on fishing gear and method," Kanehara, Tokyo, Japan, 1957.
12) SAITO, I.: "Trawl fishery," Maruzen, Tokyo, Japan. 1954.
13) WHITELEATHER, R. T.: Commercial Fisheries Review 10 (6) 1948. pp. 1-6.

トロールに関する研究–I

遊動カイトによる拡口装置について

高山重嶺・小山武夫

要　約

タイ，大正エビ，太刀魚，グチ，タラ等の如く海底より或る程度はなれて棲息すると思われる底棲魚に対しては網口の高さを高める事が漁獲の向上を期する上に非常に重要である．そこで網口を高め，且つ網成を良好に保たさせる試みとして網口上方に遊動カイトを取付けた場合の効果について実験を行つた．装置の概要は第1図に示す如くである．実験は先づ146尺トロール網の田内理論による模型を製作し，それに種々の遊動カイトを取付け，各流速における形状を回流水槽に於て観察した．そして網口及網成に最も良い状態を与えるカイトの大きさ，及ホールスヘッドロープ等の寸法を定めた．次いで1956年9月，当研究所調査船，天鷹丸で東京湾に於て実物実験を行い，曳網時の網の形状を魚探機により計測した．（第12図～第16図）その結果，模型と実物は大略一致し，カイト式は従来のトロールに比較して非常に良好な事を確認した．又操作上の問題についても比較的簡単である事が判明した．そこで1957年4月，大洋漁業KK，トロール船，第32大洋丸で黄海中部漁場に於て128尺トロール網を使い操業実験を行つたので結果の概要を述べると，

1) 網口高さは曳網速度3.5ノットで従来のトロールの約2倍（第21図）となる．なおカイトの取付にともなう網の改造は第20図で示す様なスクエアー部に三角網を入れる方法が必ずしも最適とは思われない．ベレー・ベーチングの高さも考慮し総体的にフクラミを持たせる形状が必要である．

2) カイトを使用する場合は網の浮上を防ぐ様，グランドロープに重量を増加取付ける必要がある．これは曳網速度にも関係する問題であるが今回は3.5ノットの速力で3分チエン約30 m（重量約50 kg）を増加取付ける事によつて網の浮上を防止する事が出来た．

3) ホールスヘッドロープも浮力を強くし，その長さはヘッドロープの約8割5分とすればよい．なおその場合，コンネエクシヨンロープの長さは9尺とする．（第20図）

4) ホールスヘッドロープの中央部をワイヤーとし，カイトを遊動式とする事によつて網成の不良を自動的に調整する事が出来る．（第7図）又操作上も遊動式とした方が良好である．

5) カイトの大きさは網の大きさ及船の馬力数に応じて適切なものとしなければならない．本実験の場合はデイゼルエンジン700馬力で曳網したが回転数は従来の網の場合とほとんど変らなかつた．

6) カイト取付けにともないワープの展開角度は約2～3度減少する．（第21図）

7) カイトは操作上，浮力を強くしておかなければならない．木製の場合は3～5日で海水を吸水し，浮力を失う為その防止策が必要である．なおカイトに浮力がある場合は従来のトロールと操作上，時間的にも，ほとんど相異ない．

漁獲性能に関しては相当長期間にわたつての試験結果を検討した上で後刻報告する予定である．

中層トロールに関する研究-I*

一本曳による中層トロールについて

高山重嶺・小山武夫

緒　　言

最近は魚探機の出現によつて魚群の遊泳層を正確に，しかも容易に知ることが出来る様になつた．これは従来，困難視されていた中層トロールの前途に一大光明を与えるものであろう．しかし中層トロールが実用に供される為には，まだまだ多くの困難な問題がのこつている．先づ第1に考えられる事は網の位置が中層にある為，魚群は上下左右いづれの方向にも逃避出来る事である．この点が浮曳網，底曳網と異なる点で，その為，浮曳網，底曳網の如き袖網の効果をさほど期待する事は出来ず，特殊な網の形状が必要になつてくるであろう．第2には底曳網に見られる様な海底の砂煙（オツターボールド或は曳綱が海底をズリながら移動する為に起る）による魚群への駆集効果が全然ない事である．この問題を解決する為には現在，研究途上にある電載漁法や或は，集魚法を併用する事が考えられる．又第3には魚群の遊泳水深に応じて，随時，任意の深度に網を保持しなければならぬ事である．これは曳綱の長さ或は曳網速度によつて調整する事が考えられるが速さの調整による網形態の変形等の問題が残され，又この外に漁獲時の揚網法等，漁具の操作上の問題もあり，その前途は中々多難である．しかし欧米に於ては，すでに，ニシンの漁獲にこの中層トロールが使用されており，又ソヴエトに於ても北洋に於ける越冬ニシンの漁獲に成功した事を報じている．我が国に於ても浮曳網等，この種，曳網の研究は古くより行われているが中層トロールについては未だ実用のいきに達していない．そこで筆者等はその初段階として小型の中層トロールを試作し，その網成の状態及操作上の問題等を観察し，実用の可能性について検討を行つた．以下実験結果を報告する．

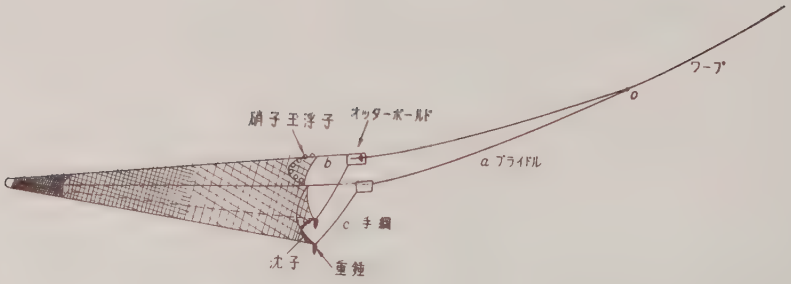
1．供試中層トロール網の概要

本漁具は第1図に示す様に一本曳とし，操業時の取扱いを容易にする為その構造を出来るだけ簡単にした．

即ち網の形は網口を四角形とし，デンマークのアトムトロール[1)2)3)]と略々同形状とした．即ち本邦に於ける以西底曳網の袖網を除去した形であるがこれは緒言に記した如く中層トロールでは袖網の効果は余り期待できないからである．そして網口高さの保持には重錘及び沈子を使い，網口の幅については，トロールと同じくオツターボールドを使つた．又その深度の調節はワープの長さによつて行う様にした．なお水中での安定度及能率を高めるために重錘の代りにデプレツサーを，又オツターボールドの代りにパロツターを用いることも考えられるが，これらについては今後研究したいと思う．

本漁具の特徴は曳網中，オツターボールド及びブライドルが常に網の上部に位置する様になつている事であり，これは魚群の上方への逃避を防止すると共に，その魚群入網を容易ならしめるためである．又本漁具を二本曳とする場合（この場合はブライドルの必要はなくなる）はワープと手網（c）を連結する事によつて従来の舷側トロールとその操作がほとんど変らなくなる．従つて現在のトロール船をそのまま中層トロールに使用する事も可能となる．

* 1958年1月22日受理　東海区水産研究所業績 A 第64号．



第1図 中層トロールの概要図

2. 模型実験

前記のような構造の中層トロール網を実際に使用してその網成を良好に保たさせる為には各部の長さ（手綱 b, c 並にブライドル a）及びオツターボールド，重錘，網等が完全に釣合の状態になければならない．そこでこれらの寸法の適正値を決める事を目的として先づ模型実験を行つた．

模型網の構成は概略第1図に示されるようなものとし，網口寸法を 1 m × 1 m と定め，これに対して各部の寸法を適宜調整し，試験水槽トラックにより，種々の速度で曳網し，それぞれの網成及び張力を調べた．水槽は長さ 50 m，幅 4 m，深さ 2～3 m で実験時の水温は 20°C 前後であつた．実験に当つて，曳網時の網口の高さ及び幅の測定は水槽の側面及び底面に画かれている目盛により目測し，曳網速度はダイナモメーターの記録から読み取つた．又ワープにかかる張力はワープにバネ秤を装置し，それにより測定した．この場合，ワープの長さは水槽の深度の関係から総て一定（2 m）とした．

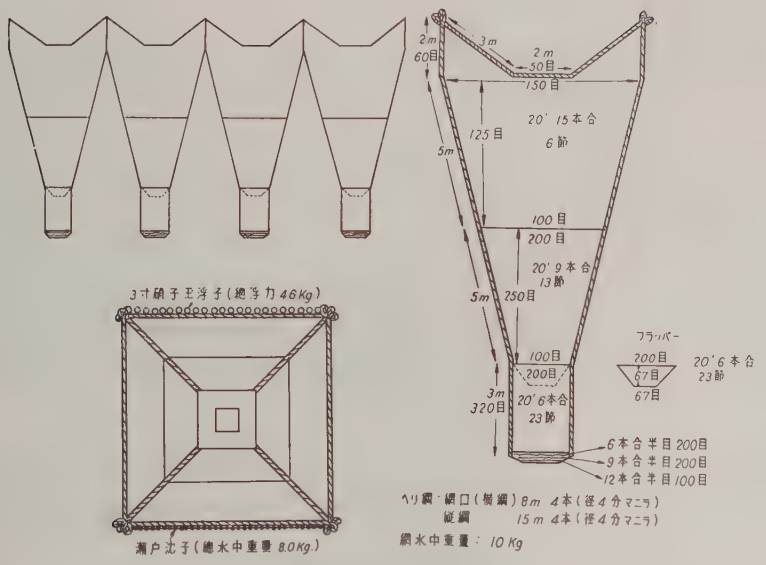
3. 実物網の設計

前記実験方法により数多くの実験を行い，曳網速度が 0.5 m/sec～1.5 m/sec の範囲で網成に最も良い状態を与える各部の寸法を求めその結果により第1表に示す如くに網の構成を定めた．その設計図は網については第2図に，又オツターボールドについては第3図の如くである．

第1表 中層トロール各部の寸法及び水中重量（第1図）

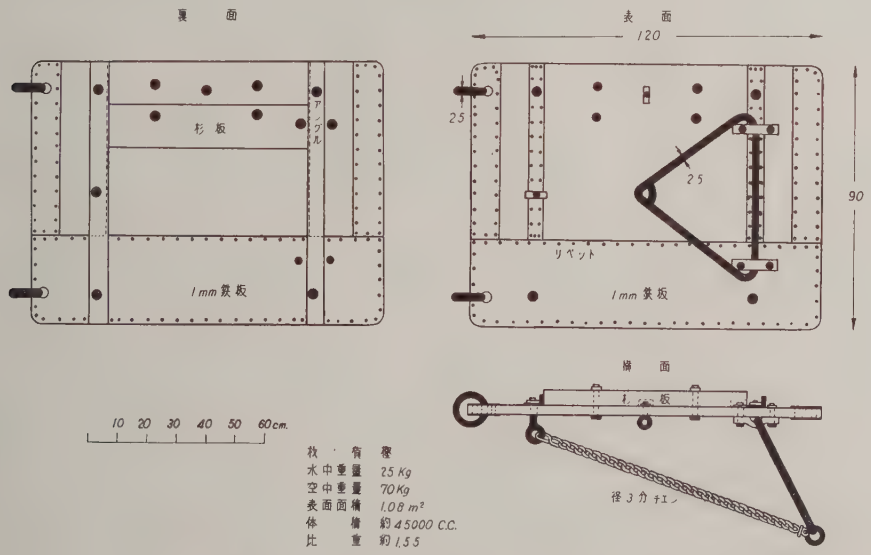
名称	寸法及び材質	水中重量 (kg)	数量	総水中重量 (kg)	総浮力 (kg)
網	網口 8m × 8m 長サ 15m（綿 糸）	10	1	10	—
オツターボールド	1.2m × 0.9m（樫材及び鉄板）	25	2	50	—
浮子	3 寸 硝 子 玉	—	23	—	4.6
沈子	瀬戸製 5cm × 3cm	0.08	100	8	—
ブライドル（a）	長サ 20m（直径 7 分コンビネーション）	18	2	36	—
手綱（b）	長サ 3m（直径 7 分マニラ）	0.3	2	0.6	—
〃（c）	長サ 6m（〃）	0.6	2	1.2	—
重錘	長サ 30cm 直径 9cm 円柱型（鉄）	23	2	46	—
	合計水中重量 147.2 kg				

ワープは直径3分のワイヤー，水中重量は 0.24 kg/m.



第2図　網設計図

(模型より換算したものであるが正確には完全な幾何学的相似とはいえない)



第3図　オッターボールド設計図

(模型より換算したものであるが正確には幾何学的相似とはいえない)

これ等，実物網の寸法は，すべて田内博士の漁網に関する比較法則[4]に従い模型から換算したものである．即ち，

λ ＝網の線寸法
D ＝網糸の直径
L ＝目合
ρ ＝網糸の比重

D_1＝ロープの直径
ρ_1＝ロープの比重
F ＝浮子の浮力或は沈子の沈降力
λ_b＝オツターボールドの線寸法
ρ_b＝オツターボールドの比重

とし，実物網については各記号に ′ を，又模型網については ″ を附して各量を表わすものとすると，実物網の各部寸法は次の如く定められる．

a) 線寸法

この試験は著者等の構想による中層トロール網の性能を明らかにすることを主な目的とするものであるから，実物網としては比較的小型のものであつて，これを大体 0.5～1.5 m/sec の速さで曳網するものと想定した．よつて線寸法比を次の如くに採つた．

$$\frac{\lambda'}{\lambda''}=8 \qquad (1)$$

b) 網地

実物網の網地は模型網のものと全く同一のものとした．即ち，

$$\frac{D'}{D''}=\frac{L'}{L''}=1, \qquad \frac{\rho'}{\rho''}=1$$

従つて相当速度を v' 及び v'' とすると，田内の法則により

$$\frac{v'}{v''}=\sqrt{\frac{D'}{D''}\frac{\rho'-1}{\rho''-1}}=1 \qquad (2)$$

c) ロープ類

ロープ類の流水抵抗は無視し得るものとみなし，次の式により実物網のロープ類の直径を定めた．

$$\frac{D_1'}{D_1''}=\sqrt{\frac{\lambda'}{\lambda''}\left(\frac{v'}{v''}\right)^2\frac{\rho''-1}{\rho'-1}} \qquad (3)$$

但し $\frac{v'}{v''}$ は，(2) 式により与えられる値とする．

各部ロープ類の材質並びに $\frac{D_1'}{D_1''}$ の値は第 2 表に示す如くである．

第 2 表　ロープ類の材質及び太さ

名称	模型網		実物網		D_1'/D_1''
	材料	ρ_1''	材料	ρ_1'	
手綱	綿糸	1.5	マニラ麻	1.43	3.05
ブライドル	ワイヤー	7.0	コンビネーションロープ	4.6	3.65
ワープ	ワイヤー	7.0	ワイヤー	7.0	2.83

d) 浮子及び沈子

浮子及び沈子の流水抵抗は無視し得るものとみなし，実物網に取付ける浮子の浮力及び沈子の沈降力は次の式により定めた．

$$\frac{F'}{F''}=\left(\frac{\lambda'}{\lambda''}\right)^2\left(\frac{v'}{v''}\right)^2 \qquad (4)$$

即ち，(1) 及び (2) により

$$\frac{F'}{F''}=64$$

e) オツターボールド

オツターボールドの寸法並びにその比重については次の2つの条件を満足するように定めた.

$$\frac{\lambda_b'}{\lambda_b''} = \frac{\lambda'}{\lambda''} \tag{5}$$

$$\frac{\rho_b'-1}{\rho_b''-1} = \frac{\lambda''}{\lambda'}\left(\frac{v'}{v''}\right)^2 \tag{6}$$

即ち(1)及び(2)による $\frac{\lambda'}{\lambda''}$ 及び $\frac{v'}{v''}$ により,(5)及び(6)式より

$$\frac{\lambda_b'}{\lambda_b''} = 8$$

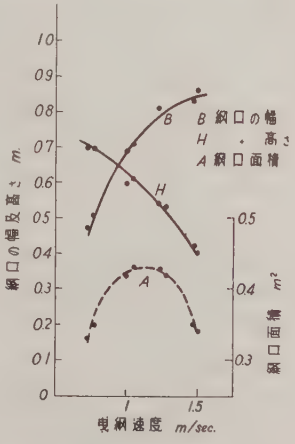
$$\frac{\rho_b'-1}{\rho_b''-1} = \frac{1}{8}$$

とした. 模型のオツターボールドは杉と鉛を使つて, $\rho_b''=5.4$ としたから実物網については上式より, $\rho_b'=1.55$ となる. よつて実物網のボールドはこの比重をもつように樫材及鉄板を組合せ, 第3図に示されるような構造とした.

4. 曳網速度と網成との関係

a) 網口高さ及び幅

第1表及び第2, 3図に示される構成の実物網についての模型実験における曳網速度と網口高さ H, 幅 B, 並びに網口面積 A との関係を図示すると第4図の如くなる.



第4図 曳網速度と網口の高さ及幅の関係

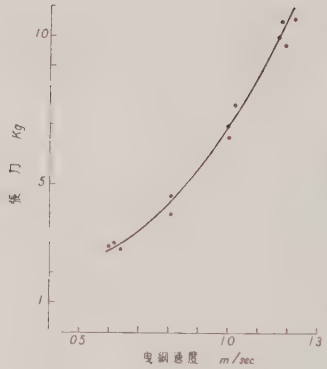
即ち, 網口高さは曳網速度が増加するにつれ次第に減少し, 一方網口幅は曳網速度と共に増加し, そして曳網速度が 1 m/sec 位の時に面積は最大に近い値となり, 網口は正方形に近くなる. 又網成の状態もこの時が最も良く, 上下左右に適度なフクラミを有し, 無理のない自然な形状を示した. 又第4図にみられる如く曳網速度が 1.5 m/sec になると網口の高さは約 0.4 m 位に減少し, 網成も不良の状態となり, 網はやや浮上する傾向を示めした. そこで重錘の重量を増し, 網口の高さを保たせる様, 工夫したがこれも大した効果はなく, 網口の高さは, ほとんど変らなかつた. 網成の良い状態で曳網速度を増大させる為には網目の大きさを更に大にし, その抗力を減少させなければならぬであろう. 本中層トロールの場合には稚魚採集用としての目的もあつた為, 網目をこれ(第2図)以上大きくする事が出来ず, 従つて曳網速度も約 1 m/sec とせざるを得なかつた. しかし目的魚によつて網目を大きくする事は可能であるからその場合は曳網速度を早める事も出来る.

b) オツターボールド

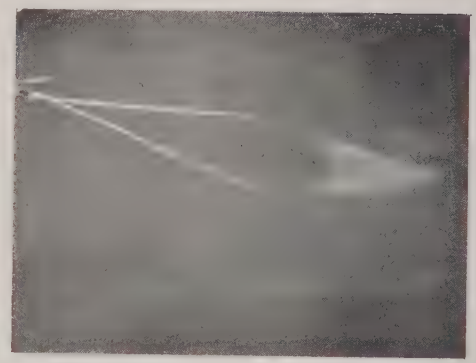
オツターボールドの流れに対する迎角は本模型実験の場合, 約 22° ～ 23° 位の時が最適であつた. しかし, これはブライドル(第1図 a)の展開角度によつても変つてくるから2本曳とする場合は多少変えなければならぬであろう.

c) ワープにかかる張力

曳網中のワープにかかる張力を図示すると第5図の如くなり, 曳網速度が 1 m/sec の場合, 約 7 kg 程度となる.



第 5 図　曳網速度と張力の関係



第 6 図　曳網速度 1 m/sec で水槽実験中

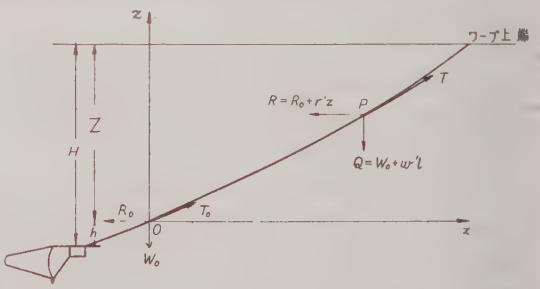
但しこの場合のワープの長さは 2 m（実物網では 16 m に当る）であるが実際操網においてのワープはこれより更に長く延ばす必要があるから自然張力の増加を考えなければならない．これについては次節において解析を試みた．

5. 曳網深度とワープの長さとの関係

中層トロールを実際に使用する場合，所要深度で曳網するためにはワープの長さを幾何にとるべきかは最も切実な問題である．模型実験に於ては水槽の深度の関係から曳網時の網の深度を測定する事が困難であつた．そこでこの問題については二，三の仮定のもとに近似的解析を行つて見た．

先づ第 1 図に示す本中層トロールについて，ワープ，オツターボールド，重錘，網等の上下方向の力の釣合について考える．

第 7 図に示す様にワープの最下端 (O) に座標原点を取り，水平方向に x 軸，又垂直方向に z 軸をとり，それぞれの符号を次の如く定める．



第 7 図　曳網時の解析図

R_0 ＝ 網（オツターボールド，浮子，沈子，重錘，ブライドル等を含む）の抗力

W_0 ＝ 網（オツターボールド，浮子，沈子，重錘，ブライドル等を含む）の水中重量．

$T_0 = \sqrt{R_0^2 + W_0^2}$ ＝ワープの下端にかかる張力．

r ＝ ワープの単位長さ当りの抗力．

q ＝ 〃 揚力．

w ＝ 〃 水中重量．

原点から長さ l においての張力を T とし，その水平分力を R，垂直分力を Q とすると，

$$R = R_0 + \int_0^l r\,dl$$

$$Q = W_0 + wl - \int_0^l q\,dl$$

である．r 及び q はワープの傾角 θ の函数であるが，ワープの全長に亘つての θ の変化は余り大

きくないものと考え，r 及び q を定数とみなし，且つ，$r\,dl = r\dfrac{dz}{\sin\theta} = r'\,dz$ とおき $\int_0^l r\,dl = r'z$ とおき得るものとする．

然らば

$$R = R_0 + r'z \tag{1}$$
$$Q = W_0 + wl - ql = W_0 + (w-q)l$$

$w-q=w'$ とおけば

$$Q = W_0 + w'l \tag{2}$$

第7図により

$$\frac{dx}{dz} = \frac{R}{Q}$$

よつて

$$\frac{dl}{dz} = \sqrt{1+\left(\frac{R}{Q}\right)^2} \tag{3}$$

然るに(1)及び(2)より

$$dz = \frac{1}{r'}dR$$

$$dl = \frac{1}{w'}dQ$$

なる故 $\dfrac{r'}{w'} = m$ とおくならば(3)式は

$$m\frac{dQ}{dR} = \sqrt{1+\left(\frac{R}{Q}\right)^2}$$

となる．

$\dfrac{Q}{R} = u$ とおけば $dQ = udR + Rdu$ なる故，上式より

$$\frac{dR}{R} = \frac{mu\,du}{\sqrt{u^2+1} - mu^2}$$

を得る．ここに $\sqrt{u^2+1} = y$ とおけば，上式は

$$\frac{dR}{R} = \frac{1}{\alpha-\beta}\left(\frac{\beta}{y-\beta} - \frac{\alpha}{y-\alpha}\right)dy$$

の形となる．

但し

$$\left.\begin{aligned}\alpha &= \frac{1+\sqrt{1+4m^2}}{2m}\\ \beta &= \frac{1-\sqrt{1+4m^2}}{2m}\end{aligned}\right\} \tag{4}$$

とする．

然らばこれを積分して

$$\log R = \frac{1}{\alpha-\beta}\log\frac{(y-\beta)^\beta}{(y-\alpha)^\alpha} + C$$

を得る．初期条件を $y=y_0$ において $R=R_0$ とすると

$$\log R_0 = \frac{1}{\alpha-\beta}\log\frac{(y_0-\beta)^\beta}{(y_0-\alpha)^\alpha} + C$$

であり，上の2式より

$$\frac{R}{R_0}=\left(\frac{y-\beta}{y_0-\beta}\right)^{\frac{\beta}{\alpha-\beta}}\left(\frac{y_0-\alpha}{y-\alpha}\right)^{\frac{\alpha}{\alpha-\beta}} \tag{5}$$

を得る．然るに(4)式により

$$\frac{\alpha}{\alpha-\beta}=\frac{1+\sqrt{1+4m^2}}{2\sqrt{1+4m^2}}$$

及び

$$\frac{\beta}{\alpha-\beta}=\frac{1-\sqrt{1+4m^2}}{2\sqrt{1+4m^2}}$$

であるが $m=\frac{r'}{w'}$ は1に比して小さい値のものであるから m^2 を1に対して無視し得るものとすると，

$$\frac{\alpha}{\alpha-\beta}=1, \qquad \text{及び} \qquad \frac{\beta}{\alpha-\beta}=0$$

とみなし得る．よつて(5)式は

$$\frac{R}{R_0}=\frac{y_0-\alpha}{y-\alpha}$$

と表わし得る．

又（4）式により表わされる $\alpha=\frac{1+\sqrt{1+4m^2}}{2m}$ についても m^2 を1に対して無視し得るものとすると $\alpha=\frac{1}{m}$ とおき得るから

$$\frac{R}{R_0}=\frac{y_0-\frac{1}{m}}{y-\frac{1}{m}}$$

となる．これに

$$y=\sqrt{1+u^2}=\sqrt{1+\left(\frac{Q}{R}\right)^2}=\frac{\sqrt{Q^2+R^2}}{R}$$

$$y_0=\frac{\sqrt{R_0^2+Q_0^2}}{R_0}=\frac{T_0}{R_0}$$

及び

$$m=\frac{r'}{w'}$$

を入れると

$$\frac{R}{R_0}=\frac{\frac{T_0}{R_0}-\frac{w'}{r'}}{\frac{\sqrt{R^2+Q^2}}{R}-\frac{w'}{r'}}$$

或は

$$\sqrt{R^2+Q^2}=\frac{w'}{r'}R+T_0-\frac{w'}{r'}R_0$$

を得る．これに（1）及び（2）式による R 及び Q を入れると

$$\sqrt{(R_0+r'z)^2+(W_0+w'l)^2}=\frac{w'}{r'}(R_0+r'z)+T_0-\frac{w'}{r'}R_0$$

或は

$$\sqrt{(R_0+r'z)^2+(W_0+w'l)^2}=T_0+w'z$$

となり，これより

$$W_0+w'l=\sqrt{(T_0+w'z)^2-(R_0+r'z)^2}$$

或は

$$l=\frac{1}{w'}\left[\sqrt{(T_0+w'z)^2-(R_0+r'z)^2}-W_0\right]$$

と導かれる．

従つてワープ長さ L とワープ下端の深さ Z との関係は次の式により表わされる．

$$L=\frac{1}{w'}\left[\sqrt{(T_0+w'Z)^2-(R_0+r'Z)^2}-W_0\right] \qquad (6)$$

或は

$$L=\frac{1}{w-q}\left[\sqrt{\left\{T_0+(w-q)Z\right\}^2-\left(R_0+\frac{rZ}{\sin\theta_m}\right)^2}-W_0\right] \qquad (7)$$

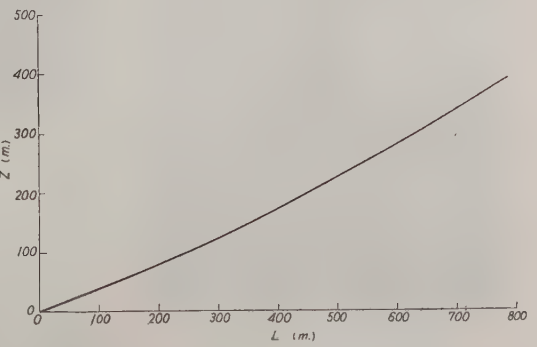
(7)式において W_0 及び w は実測により求めることができ，又 R_0 及び T_0 は模型実験が行われてあるならばその結果を用いて比較法則により求めることができる．又ワープの平均傾角 θ_m を適当に推定しこの傾角においてのワープの抗力係数 C_D 及び揚力係数 C_L を知るならばそれらにより r 及び q が算定されるからこれにより所要深度 Z に対して必要なワープ長さ L を(7)式によつて求めることができる．併し実際には W_0 と雖もこれを実測することは困難であり，又模型実験が行われることは極めて稀なことであるから R_0 も T_0 も知ることができないのが普通である．更に抗力係数 C_D 及び揚力係数 C_L についても実際に使用するワープに適切な実験は与えられていない．一方(6)式を用いることにすると曳網試験により W_0, R_0, T_0, w' 及び r' を実験に定めることができる．即ち網が新しく設計製作されたとき次の如く曳網試験を行う．例えば或る曳網速度 v に対しては，この一定曳網速度においてワープ長さを L_1, L_2, ……L_n と種々にとつて試験曳網を行い，それぞれのワープ長さにおいてのワープ上端においての張力 T 及びワープの傾角 θ を測りその値をそれぞれ T_1, T_2, ……T_n 及び θ_1, θ_2……θ_n とする．然らば

$$T_1\cos\theta_1=R_0+rl_1$$
$$T_2\cos\theta_2=R_0+rl_2$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$T_n\cos\theta_n=R_0+rl_n$$

なる n 個の関係式が得られるから，これより確からしい R_0 及び r の値を算定し得る．なおワープの平均傾角 θ_m を試験曳網による観察から適当に推定すれば r' を $r'=\dfrac{r}{\sin\theta_m}$ として求め得る．又同様にして

$$T_1\sin\theta_1=W_0+w'l_1$$
$$T_2\sin\theta_2=W_0+w'l_2$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$T_n\sin\theta_n=W_0+w'l_n$$

により W_0 及び w' を算定することができる．かく R_0 及び W_0 を知れば T_0 は $T_0=\sqrt{W_0^2+R_0^2}$ として求め得る．よつて(6)式により所要 Z に対して必要な L を求めることができる．



第 8 図　供試網についての L と Z の関係

著者等は実験の結果及び DIEHL のワイヤーについての風洞実験値[5]を参考として実験に用いた網について $W_0=147$ kg, $R_0=509$ kg, $T_0=530$ kg, $r'=0.045$ kg/m, $w'=0.185$ kg/m と求め得た．これらの数値を用いて供試網についての L と Z との関係を求めると第8図に示す如くである．

又ブライドルの長さを a としてその水平面となす傾角を θ_0 とすると，ワープ下端からはかつた網の深さ h は

$$h = a \sin \theta_0 \qquad \theta_0 = \tan^{-1} \frac{W_0}{R_0} \tag{8}$$

と表わし得る．故に曳網深度を H とすると，

$$H = Z + h \tag{9}$$

と表わされるから (6)，(8) 及び (9) 式により所要曳網深度 H に対して必要なワープの繰出長さ L を求めることができる．

6. 実物網についての実験

模型実験によつて大略の構成の妥当性がわかり，又曳網中の網の深度についても或る程度，推定出来る確信を得たので，昭和 31 年 8～10 月の期間，数回に渡つて実物網について実験を行つた．使用した漁具は，第 1 表及び第 2，3 図に示されるものであり，実験は当研究所の調査船蒼鷹丸 (250トン，480 馬力，可変ピツチスクリユー) 及び鷹丸 (15 トン，40 馬力) によつて行つた．

I. 実験場所

千葉県浮島沖，水深 400～500 m 附近．

此の附近は最近，魚探機によつて D.S.L. (昼間は水深 250～300 m 附近，夜間は 50～80 m 附近) が発見され，サクラエビの生棲が明らかにされている．そこでこれら中層生物の採集の目的も兼ね実験を行つた．

II. 実験方法

本中層トロール (1 本曳) を各速度で曳網し，それにともなうワープの張力，網口の幅，網の深度等をそれぞれ計測した．計測機具及び計測方法は次の如くである．

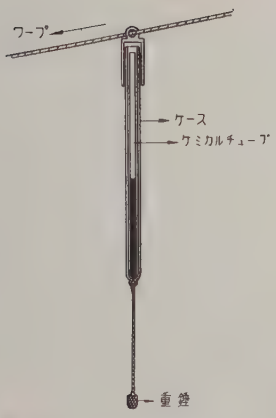
第 9 図 油圧式張力計でワープの張力測定中

第 10 図 ブライドル展開角度

① ワープの張力は水圧式張力計により測定した (第 9 図)．

なお，この場合のワープの長さは模型実験との比較上 16 m とした．

② 網口の幅については先づブライドルの展開角度 (第 10 図) を測角器によつて計測し，それよりオツターボールドの間隔を求め，次にオツターボールドの間隔を底辺とし，手綱 (第 1 図 b) の長さと，網の長さとの和を斜辺とする二等辺三角形を描き，それより網口の幅を算出した (但し，ブライドル，手綱，網等はすべて直線と見なした)．この様な方法は誤差が多く，決して適切な方法とはいえないが大



第 11 図　ケミカルチューブによる曳網時の深度測定装置

第 12 図　ケミカルチューブにより深度測定中（揚網時）

体の目安とすることは差支えないであろう．

③　曳網速度（対水）は船に装備されているピトー管によつて測定した．

④　ワープの最下端の深度はケミカルチューブを用い第 11 図に示す如くケミカルチューブの入つたケースがワープ上を滑走しワープの最下端で静止する様に装置し，それにより計測した．本実験の場合は曳網速度が低速であつた為，ケミカルチューブは操業中，ほとんど垂直の状態を保つていた．又計測中は船の進路を一定に保ち揚網に際しても曳網速度をおとさぬ様注意した．

⑤　ワープの傾角は分度器によつて測定した．

III.　結果及び考察

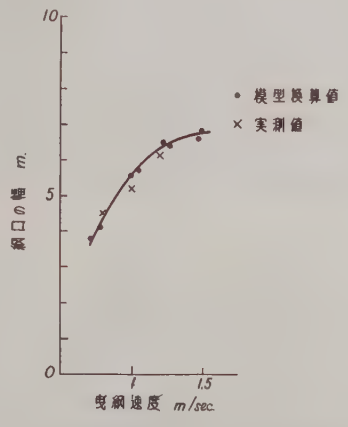
a)　網口幅

曳網速度と網口幅の関係を図示すると第 13 図の如くなり，これは模型実験による結果とよく一致している．

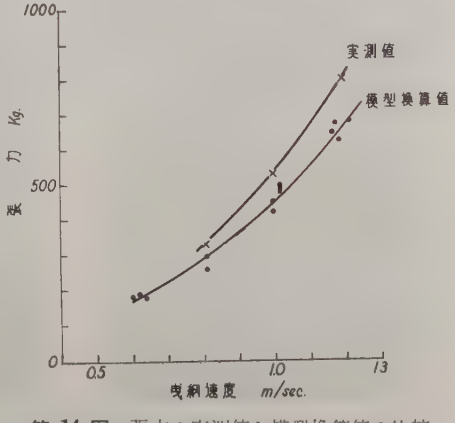
なお，曳網速度が約 1 m/sec 附近の網口幅を図上からプロツトすると実測値の場合は約 5.2 m，又模型換算値の場合は，5.6 m で，その相異は約 0.4 m となつている．この程度の相異は実験及び計算の精度から考えても起り得る事で大略は同形状と考えても差支えないであろう．

b)　ワープにかかる張力

張力を図示すると第 14 図の如くで，これは模型換算値より多少大きめに計測されている．その理由としては模型と実物が完全な幾何学的相似でなかつた事，及び実物に於ける曳網速度はピトー管で計測したものであるから低速の場合はあまり精度がよくない事等が考えられる．しかし，いづれにしろこの程度の相異ならば大略は合つていると考えても良いであろう．



第 13 図　網口幅の実測値と模型換算値の比較

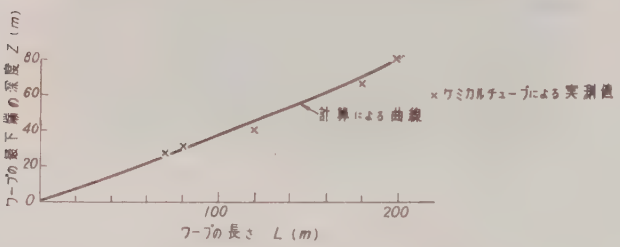


第 14 図　張力の実測値と模型換算値の比較

以上の如くワープの張力，及び網口の幅は大略模型と同状態であるから網口の高さについても同形状と考えて差支えないであろう．なお曳網速度が 1 m/sec の場合の網成は船上から観察した所によると模型と非常によく似た形状で，網のフクラミも適度であり良好であつた．

c) 曳網深度とワープの長さ

網成りが最も良い状態になる 1 m/sec の曳網速度において，ワープの長さを 70～200 m の間で色々に変えて曳網し，その時のワープ下端の深さをケミカルチューブによつて測定した結果と(6)式により計算し作られた $L-Z$ 曲線と比べると第 15 図に示す如くであり，(6)式による値は実測値と略々一致している．



第 15 図 計算値と実測値の比較

d) 操網作業について

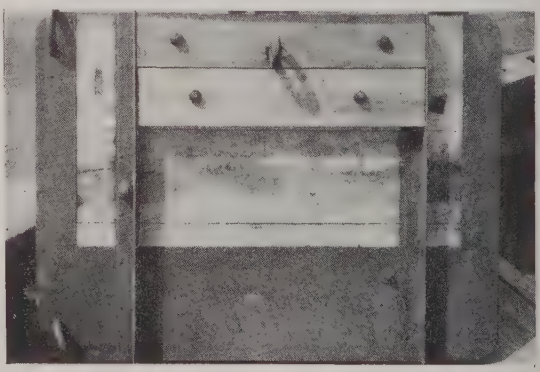
本実験漁場は前述した如く，D.S.L. が水深 250 m 附近，(昼間に発見せられているので，この D.S.L. の生物を採集する目的も兼ね，操業試験を行つた．操業に当つては曳網速度を 1 m/sec とし，観測された D.S.L. の深度 250 m に対し(6)及び(8)式により計算してワープの長さを 520 m とした．そして曳網約 1 時間の結果，サクラエビ，ハダカイワシ等，総計 1 kg 程度の漁獲を見た．又夜間に於てはこの D.S.L. が水深 50 m 附近に浮上したので(6)及び(8)式によりワープの長さを 114 m と求め，このワープの長さを以て約 1 時間曳網した結果，昼間の場合より多少多く約 1.5 kg 位の漁獲を見た．魚種はサクラエビ，ハダカイワシ，エソ，イカ等である．

これ等の漁獲結果から見ても網は大略，目的の深度に保持された事が推定出来，又 250 m の深海層も充分に曳網し得る事を確認した．

又操作上の問題としては投網時，取扱の不注意から左右の重錘が纏絡した事もあつたが，大きな問題ではない．なお船尾に小型のギヤロスを装備すれば取扱は更に容易になる事と思う．

漁獲性能の問題は魚群の密度とも関係するものであるから更に多くの実験を行い，他漁具との比較を行わなければ，はつきりした事はいえない．前記の漁獲結果からみるとあまり良好だともいえないかもしれないが，これは網が小さい事と曳網速度がおそい為であつて，目的とした中層の稚魚採集用としては好適の様に思われる．勿論，産業上漁獲を対照とする場合は更に大型の網で，曳網速度も更

第 16 図 オッターボールド（表面）

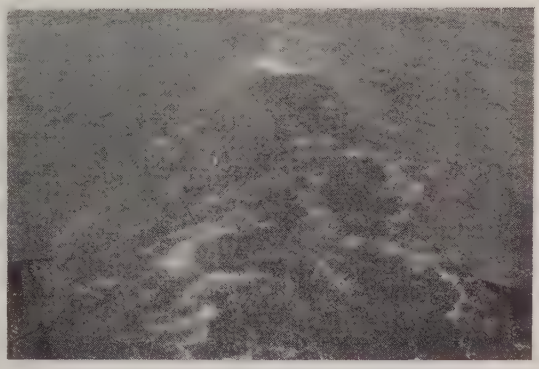


第 17 図 オッターボールド（裏面）

に速くしなければならぬであろう．今かりに相似則を満足する条件において本中層トロールの2倍の網を考え，その網目の大きさ及太さを2倍にしたとするならば田内の比較法則[4]によつてその大略を推定すると曳網速度が 1.4 m/sec の時，曳網中の網口面積は約 10×11.6 m²，その張力は約 4.2 ton となる．この程度の網であれば網口面積の点から考えても，又曳網速度の点から見ても相当の漁獲を期待する事も出来るであろう．しかしこの様に網が大型になれば当然，操作上の問題として，トロール船による2本曳の方法を取るか，或は以西底曳の如く2艘曳とする必要が出て来るであろう．この問題については今後実験を行う予定である．

なお蒼鷹丸，及鷹丸で試験操業中の写真を第 16 図～第 20 図に示す．

第 18 図　鷹丸によつて網成観察中



第 19 図　鷹丸による実験（網を浮上させ観察中）

第 20 図　蒼鷹丸による実験（網を浮上させ観察中）

要　約

1．中層トロール網については最近，我が国においても多くの人によつて研究されているが，著者等は実験により網成が良好になるための各部の設計について研究を行つた．先づ第1図に示されるような構造の網について模型実験を行い，曳網速度 0.5～1.5 m/sec において網成りが良好で網口面積が最大なるように模型各部の寸法を調整した．その結果により第1表及第2～3図に示される構成の実物網を設計し，これについて実際海上において操作を行つた．

2．設計された中層トロール網についてその性能を模型及び実物網について試験した．その結果は実物網の網成りその他の性能は模型実験による観測結果と略々一致し，曳網速度 1 m/sec において網口面積は最も大きく網成も良好であつた．

3．中層トロールの操網において最も切実な問題であるところの所期の深度を曳網するためにワープの繰出長さを幾らにすべきかという問題について著者等の設計した型の網に対して曳網深度とワープ長さとの間の関係を表わす近似式を導いた．そして実物網についての実験によりこの式による計算値は実測値と略々一致することを確め得た．

4．D.S.L. の表われる漁場において実際に操網して漁獲試験を行つた．操網操作は比較的簡単であり，実用的なることにつき確信を得た．

終りに原稿の御校閲を賜わつた源生一太郎所長，並に海上実験を担当してくだされた蒼鷹丸の今

村喜市船長及び船員諸氏に厚く御礼を申上げる.

文　　献

1) New Type Floating Trawls: Commercial Fisheries Reviw. 10(4), 1948.
2) Williams, Kasor: New Type Trawl Net, Fishing Gazette. 66(11), p. 60, 1949. 2pp.
3) KRASON, W.S.: Floating Trawls Fishery Leaflet 343, 1949. 5 pp.
4) Morisaburo TAUTI: A Relation between Experiments on Model and on Full Scale of Fishing Net. Bull. Jap. Soc., Fish. 3(4), p. 171, 1934. 7pp.
5) DIEHL: "Engineering Aerodynamics", New York (1928).

Studies on Midwater Trawling –I.

A Midwater Trawl with a Single Warp

Shigene TAKAYAMA and Takeo KOYAMA

Synopsis

To obtain an efficient construction of a midwater trawl for practical use, a series of model experiments were carried out in an experimental tank and it was revealed that a model net designed as in figure 1 would give the best performance.

On the basis of the tank experiments, the net was enlarged for field operations with specifications indicated in table 1 and figures 2 and 3. During August to October 1956, field experiments were conducted several times in the neighborhood of the entrance to Tokyo Bay where the depth was sounded about 400～500 m. and featured with occurrence of deep scattering layers. At the field, the performance of the net and other aspects of efficiency were found almost in accord with those of the model with a maximum opening secured in towing at 1 m./sec.

Another important question pertinent to midwater trawling is how to control the warp lenght in order to keep the net from diverting out of a desired depth. To solve the question, an approximate formula expressing the relationship between the towing depth and the warp length was introduced. In the result, the values calculated from the formula for this relationship were found nearly in agreement with those observed at the field.

From experimental fishings carried out so far, it may be possible to assert that the net under report can be operated with fewer troubles than ordinary bottom trawl because of its simple construction. In addition, the net may be adoptable to commercial operation with appropriate adjustments in the construction and trawling speed as needed for the purpose.

水産煉製品に関する食品衛生学的研究—V*

加熱の際の煉製品中心部温度の上昇様式について (II)

天野慶之・内山　均・横関源延

著者等は，第一報[1]にて，煉製品製造時の加熱温度がどのような情況にあるかを，各地の工場で製品別に調査した結果を報告した．これを明かにしておくことは，製品の品質の上からはもちろん，貯蔵性との関連に於ても，製造技術上，重要なことである．また，使用澱粉の糊化及び中毒原因細菌死滅の点からも，製品中心部の温度がどのような様式で上昇し，どの程度まで到達するかによつて左右され，食品衛生の面から重要な問題であることを第二[2]，第三[3]報で述べた．

その後，同様な調査を関東（大板カマボコ）愛知，広島，北九州，山口，新潟，富山，地区の市販製品について調査したので，その実測結果を報告する．

I. 中心温度測定方法

第一報と同じく，熱電対を用い製品の中心部にこれを挿入して，起電力を電位差計式熱電温度計**を用いて測定した．

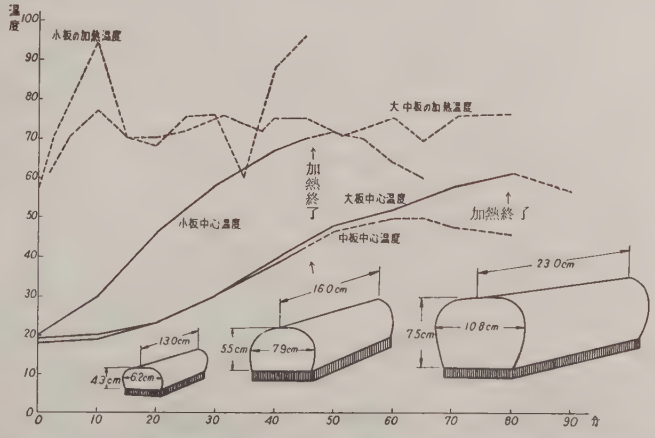
II. 実験結果

（1） 関東地区の板付カマボコ

関東地区は，白グチを主原料とし砂糖を添加した，いわゆる，小田原形式のカマボコが造られている．100 匁前後の小板の場合，この中心部温度は 70°C 前後のものが多く，厚生省基準の 73°C という規定からは問題があることを第一報で指摘し，更に，中板，大板の如く形が大きくなるにつれて，中心部の温度が低いところで，加熱が打切られてしまう傾向があることを，実測結果から述べておいた．

そこで，今回は大板カマボコを中心に，2, 3 の工場で調査したので，製造技術上，注意さるべき点を明かにしておきたいと思う．

第1図は，横浜地区の工場で調査した，小板，中板，大板の結果である．中板は無澱粉，小板，大板は極く僅か馬鈴薯澱粉が配合されている．その他の配合組成は三者とも皆同一である．小板は45分の加熱をうけ，中心部が 72°C，これは小田原地区の小板と同



第1図　小田原カマボコ（小板，中板，大板）の中心温度の上昇様式

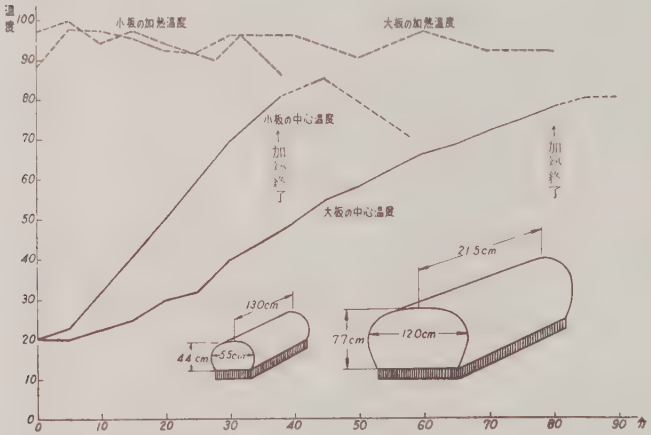
---

* 1957 年 12 月 25 日受理　東海区水産研究所業績A第 62 号．

** 飯尾電機製作所のものものを用いた。これはパイロメータの如く当該温度に換算することなく，±0.5°C の誤差で測定できる。

様であつた．しかし，中板は 45 分の加熱をうけ，その時の中心温度が 42.5°C であるが，放冷ちゆうにやや上昇して 50°C に達する．無澱粉カマボコであるため，このような低温加熱をうけている．だが，カマボコとしての形質は他の小板，大板と外観上，著しい相違はみられなかつた．しかし，中毒性細菌死滅温度と規定された 73°C からは，17°C も低く衛生的観点からは問題が残る加熱方法であると思う．つぎに大板カマボコは，80 分の加熱をうけ，最高中心部が 62°C に達する．即ち，全く同一の配合組成である小板とは 10°C の差がある．第一報で小田原地区の小板と大板とを比較した場合も，ほぼこれと同様の結果が得られ，形の大きくなるにつれて中心部温度が低いところで打切られるということは，一般的の傾向とみられるようである．

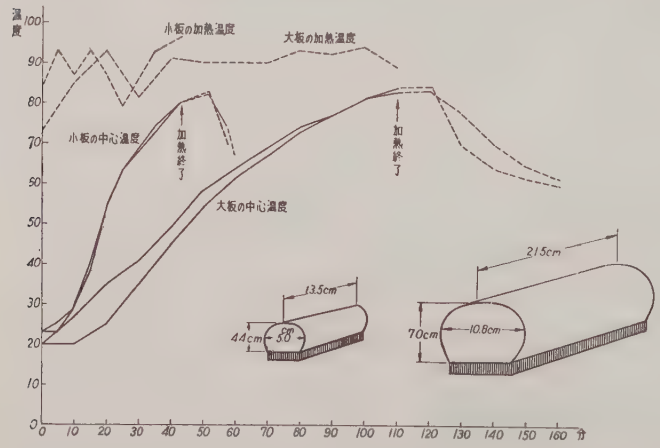
しかし，第 2 図は静岡県焼津の工場で測定した結果であるが，当地方も小田原形式のカマボコをかなり製造している．実測に用いた市販品も，白グチを主原料とし砂糖添加，馬鈴薯澱粉も僅か混入されたものである．図より判るように，この場合の加熱はかなり高い．中心部温度も小板，大板とも 80°C に達し，形の大小でその差が著しくない．同一配合組成である場合，均一の製品を得るためには，同一の中心温度の製品になるよう加熱すべきであつて，第 1 図のような不均一の中心温度の製品がつくられるという主な原因には，



第 2 図　小田原カマボコ（小板，大板）の中心温度の上昇様式

加熱を全く経験的に行つて，それ以上の改良工夫をしていない工場に多く見られる．事実，第 2 図の焼津の工場では，棒状寒暖計で蒸煮温度を時々測定しつつ加熱しているのを見うけた．

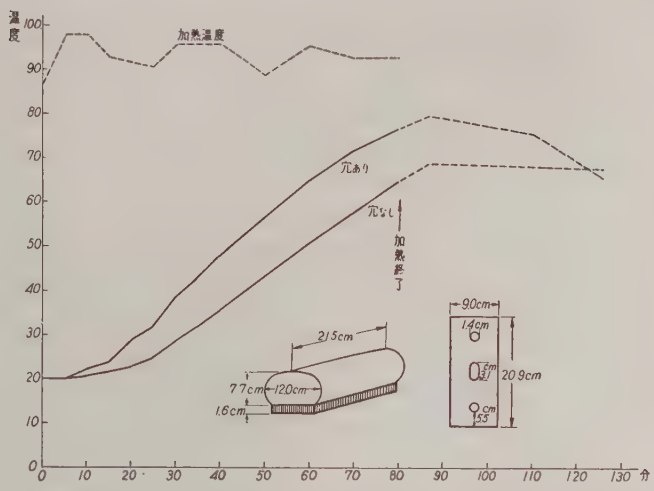
静岡県由比は，大板カマボコの産地として知られている．主原料は一般の小田原カマボコとほぼ同様であるが，馬鈴薯澱粉の混入はやや多く 5 % 前後であつた．この場合の加熱も，第 3 図に示すように，小板大板とも 80°C 以上の中心温度を示し，形の大小による温度差はない．小田原地区の業者は高温加熱することを嫌い前述のように中心部が 70°C 前後であるが，これに反して焼津，由比及び後述する如く豊橋地区の板付カマボコは，中心部が 80°C を示すものが少なくない．このことは同じ原料が用いられてもいわゆる小田原形式のカマボコには，高温加熱型のものと，低温加熱型のものとの二傾向が，実測結果から得られるのである．



第 3 図　小田原カマボコ（小板，大板）の中心温度の上昇様式

大板カマボコは，中心部温度が小板に比べて上昇しにくいのであるが，実際問題として，業者はこれを補う目的から，板に 3，4 個所，直径

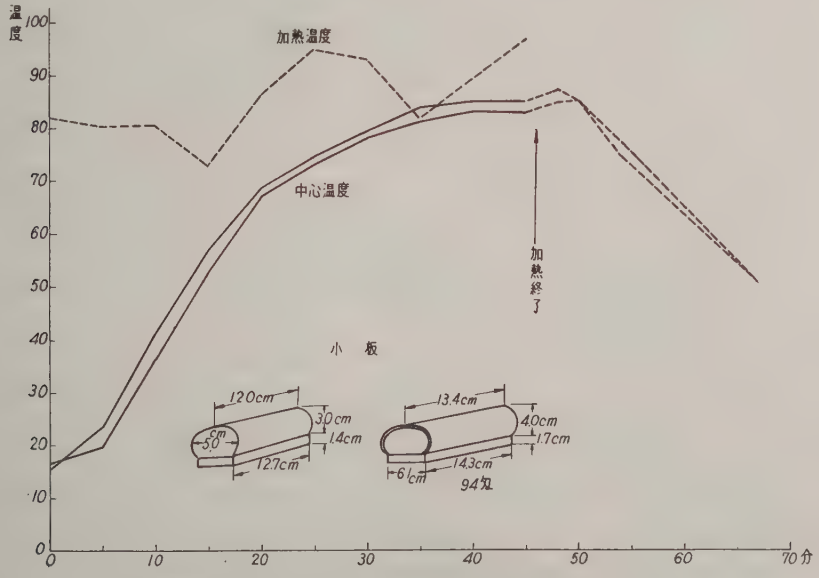
2 cm 程度の穴のある板に摺身をつけて加熱している．この影響を検討した結果第4図の如き結果が得られた．加熱中止時間の 80 分に於て両者の差は約 10°C であり，穴が中心部の温度上昇を補つていることが判る．ところで，このような穴のある板を用いる場合，直接穴の上に摺身をつけて穴をふさいでしまうと，穴の効果は現れにくい．穴は経木の如きものをしいて，その上に摺身をつけることの必要が実測の結果明らかとなつた．ささいのことであるが大板カマボコの場合は，このような板を用いること，及び必ず穴を摺身でふさがないようにすることは，製造技術上，注意さるべきことと思う．事実第2図，第3図の焼津，由比の工場では大板カマボコを加熱するさいこのような板を用いている．



第4図　板付カマボコ（小田原）の板の穴の有無による中心温度の上昇様式

（2）　豊橋地区の板付カマボコ及び竹輪

豊橋地区は，竹輪の産地として知られているが，同時に小田原形式の板付カマボコも製造している．配合組成も小田原，焼津，由比とほぼ同様とみていい．第5図は当地区の小板カマボコの実測



第5図　小田原カマボコ（小板）の中心温度の上昇様式

結果であるが，中心温度は 80°C 以上を示し，前述の如く高温加熱型の小田原カマボコに属する．従つて厚生省の基準温度からは問題はない．

つぎに，当地区の竹輪であるが，これはエソを主原料としている．製法は一般の焼竹輪と同様で

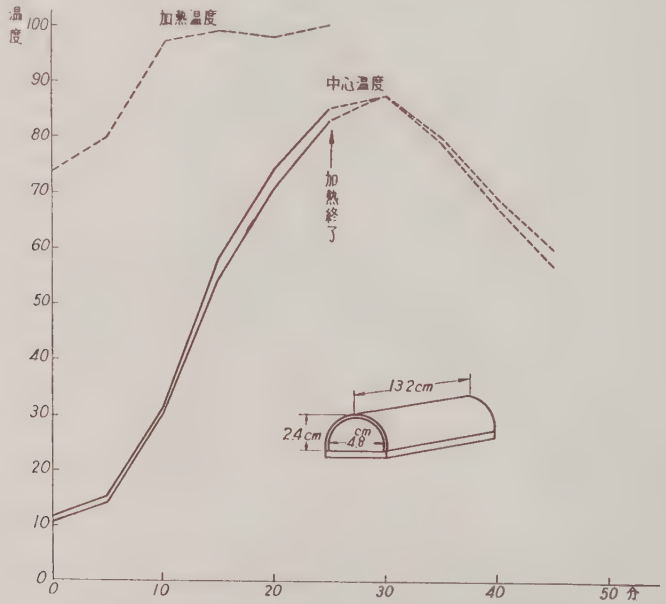
より，焼き方も長方形の炉を用いて機械的に加熱する．一般の市販品は一本約 20 匁のものであり，加熱終了直後の竹輪の内部に熱電対を挿入して実測した結果，平均 80°C の値が得られた．

（3）　名古屋地区の板付カマボコ

板付蒸しカマボコには，関東型と関西型の2つに分けられることを第一報で述べておいた．その主な理由は，関東型のものは形が大きく，小板といえども平均 100 匁前後のものである．そして主原料には白グチを用い，砂糖を 5％～10％，更にグルタミン酸ソーダをかなり加えることである．その上関東製品では，使用澱粉に馬鈴薯を主に用いることを特徴としている．これに反して，関西型では形が小さく，平均 50～60 匁程度のものが多い．主原料は白グチ，黄グチを混合して用いる場合が多いようである．砂糖は全く添加しないのが普通だが，添加しても関東型ほど加えない．使用澱粉は小麦澱粉が主に用いられ，製品の中心温度が 80°C 以下になるものは殆んどなく，関東製品に比較して高温加熱している．そして，関東の板付カマボコは，一般に表面を白くすることを重要視しているに反して，関西製品は色素で着色* したものがかなり多い．

このような二つの特色を地域的に見ていくと，名古屋を中心として，それ以西では関西型の製品となる傾向がある．

第6図は名古屋市の工場で実測した結果であるが，前述の如く，主原料は白グチ，黄グチを用い，小麦澱粉を添加した着色した製品である．約 50 匁であり，従つて，中心温度の上昇は，関東型の板付カマボコに比較して速である．中心部最高温度は 88°C を示し著しく高い．



第6図　板付カマボコの中心温度の上昇様式

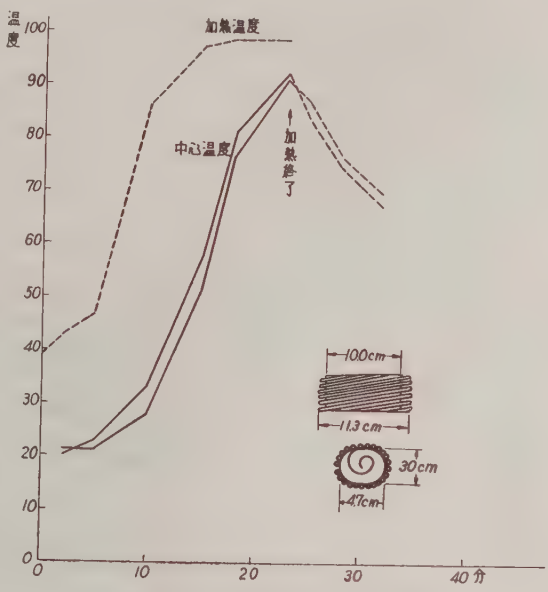
なお，名古屋地区に限らず，関西（大阪，神戸，明石）中国（広島，三田尻，浜田，香住）及び下関，仙崎，福岡地区の板付蒸カマボコは，ほぼ共通して第6図に示したような大さであり，中心部温度も著者等の実測範囲では，80°C 以下のものは見あたらなかつた．ただ，配合組成は山口県下ではエソ，浜田，香住地区ではカナガシラ，アジ等を用い，使用澱粉は北九州では小麦澱粉と馬鈴薯澱粉を混合して用いている工場も 2，3 見うけたが，主に小麦澱粉を各地とも用いている．

* むしろ板付蒸カマボコで無着色のものは関東地区の特色であり，他の地区では殆んど着色したものが多い。

（4）　神戸地区のスマキ及び焼板カマボコ

阪神地区は，煉製品の最も多い地方といわれる．従つてその種類も極めて多い．第7図はスマキの中心温度の結果であるが，第6図で述べた如く関西型の板付カマボコの中心温度とほぼ同様の結果が得られた．即ち当製品は，板付でないだけでその配合組成は当地区の板付カマボコと殆んど同様に，黄グチを主原料とし小麦澱粉を添加したものである．

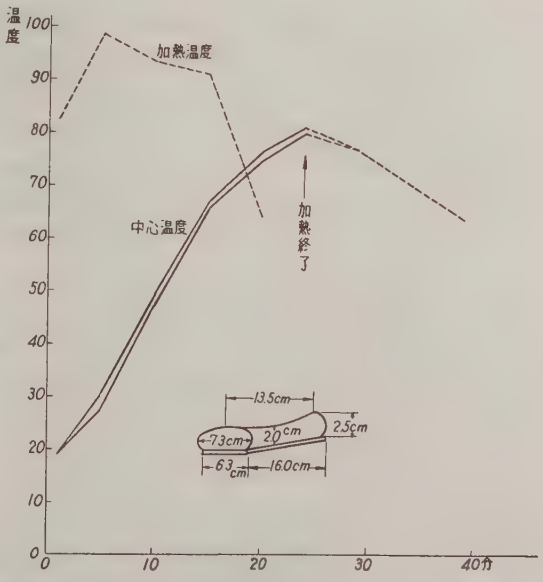
第8図は焼板カマボコの測定結果である．この製品は表面を直火で焼く前に，一般の板付カマボコの如く蒸煮して製造している．従つて，この場合も第6図で示したと同じような中心温度を示している．



第7図　スマキの中心温度の上昇様式

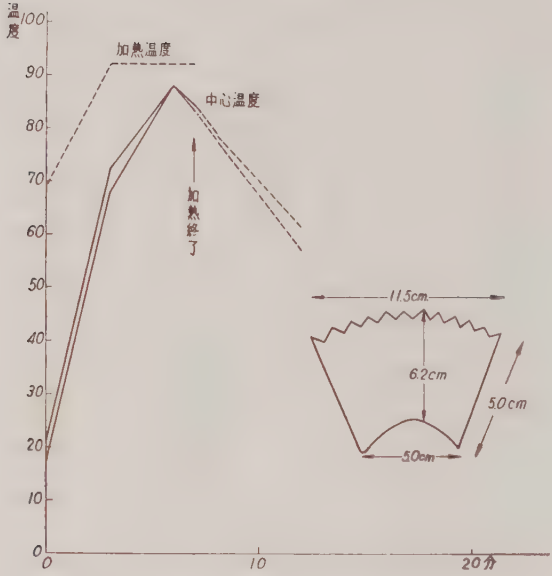
（5）　広島地区の細工カマボコ及び豆板カマボコ

広島の草津は細工カマボコがその主要な製品である．即ち，他の地方のように，時期的に細工カマボコを製造するのでなくして，日常食品として小型の細工カマボコを製造している．白グチを主原料とし，小麦澱粉 20％～30％ 添加する．第9図に示すものはその一例であるが，これでみるように当地の細工カマボコは扁平のものが多く，中心部温度は板付カマボコに比較して極めて上昇しやすい．

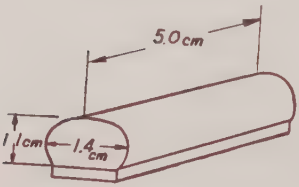


第8図　焼板カマボコの中心温度の上昇様式

当地区は，細工カマボコと竝んで，特種な松茸形の製品を製造している．白グチに小麦澱粉を5％程度加えて天火の中で焼上げるのであるが，予め松茸形の鉄の鋳型に摺身を片面づつ詰め，これを一つに合せて加熱した後，鋳型をはずして松茸の傘の部分を木炭の直火で黒褐色にあぶり焼としている．天火よりとり出した直後，鋳型の合せ目より熱電対を挿入して中心温度を測定した結果，63°～66°C の値が得られた．天火中の温度は約 170°C，加熱時間は5分であつた．加熱時間を延長して中心部温度をさらに上昇させると，鋳型の合せ目が二分して，型のいい製品が得られず，また，本製品には松茸の香気のある人工香料が混入してあるために，その揮発性をも考慮して強い加熱は行わないようであつた．いずれとしても，厚生省基準の 73°C という基準からは問題の残る製品である．



第9図　細工カマボコの中心温度の上昇様式



第10図　豆板カマボコ

松茸型の製品を赤外線灯が上下に点燈している中をコンベヤーで通過させて加熱している業者もあり，この中心温度を測定した結果，61°～68°C の値が得られた．赤外線による加熱は作業能率はよく，コンベヤーの速度を調節することによつて，中心部温度をさらに上昇させることは可能と思われるが，松茸型の製品である限り，前述した理由で 73°C 以上の加熱は避けているのかも知れない．どちらにしても本製品の加熱には，今後，多少の検討が必要と思われる．

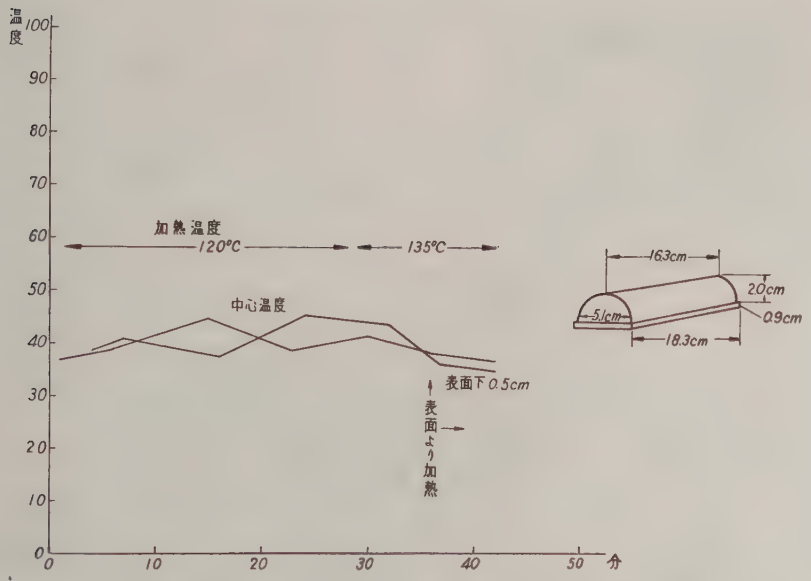
豆板カマボコと称する．第 10 図に示す大さの製品は新製品として特色のあるものである．配合組成は松茸型の製品と同じく，白グチを原料とし小麦澱粉を 5 %程度添加し，整形機で板付している．この製品を赤外線で加熱した直後，その中心部温度を測定した結果，松茸型のものと同じく 60°～68°C であつた．しかしコンベヤーの巾は約 1 mもあり中央部と両端では，加熱温度が均一でなく中央部が高い．従つて両端を流れてきた製品の中には，61°C という中心部温度を示すものもあつた．赤外線灯で加熱するさいは，照明距離及び時間，また赤外線灯の増加等によつて簡単に調節できるのであるから，豆小板の場合，73°C という規定を実施することは無理なこととは思えない．

（6）　三田尻地区の板付カマボコ及び焼抜カマボコ

山口県下は焼抜カマボコの産地として知られ，主に三田尻，仙崎，萩地区がその中心地である．いずれも主要原料は近海産のミツエソ[4]，を用いて，無糖，無澱粉でつくられる．このミツエソを使つた焼抜カマボコは，多くの煉製品のうちで極めて優秀な製品であるが，この製造は一つに近海の鮮度のいいミツエソの入手如何にかかつているようである．豊橋地区もエソを用いた焼竹輪を特産品としているが，これも近海のミツエソに依存していることは，山口県下の焼抜カマボコと同様である．

一般に焼抜カマボコは擂潰後，整形機で板付される．板の材質は三田尻では松を用い，仙崎では杉を用いていた．その目的は製品に香気を与え，また加熱との関連に於てそれぞれに特徴があるらしい．第 11 図は当地区の焼抜カマボコの中心温度の測定結果であるが，まず板の下面より木炭の直火で 35 分焼上げる．板の下面に棒状寒暖計を挿入してみると 120°～135°C の値が得られる．木炭は予め薄く灰をしきつめてあるので，部分的に温度が不平均にならないように工夫している．こうして 35 分ほどたつと，板の下面はやや黒褐色となり，上下反転してカマボコ表面を加熱する．いわゆる，縮緬皺の形成はこの時期に生じ，業者は均一な皺を上下左右一様に形成さすのに極度の注意をはらう．加熱がすぎた部分は冷水をぬつて，一時皺の形成を抑制したりする方法も注意して行われる．

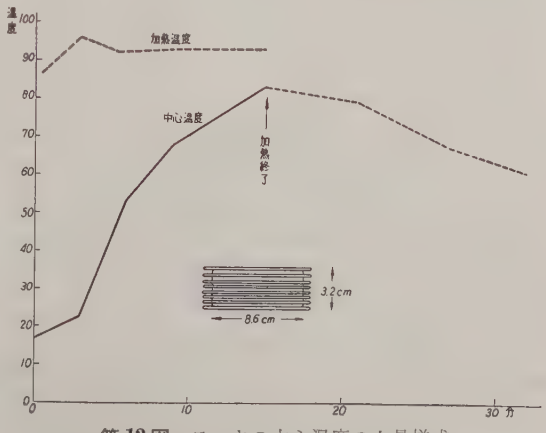
加熱ちゆうこのカマボコ中心部に熱電対を挿入して測定した結果，第 11 図に示す如く最高 45°



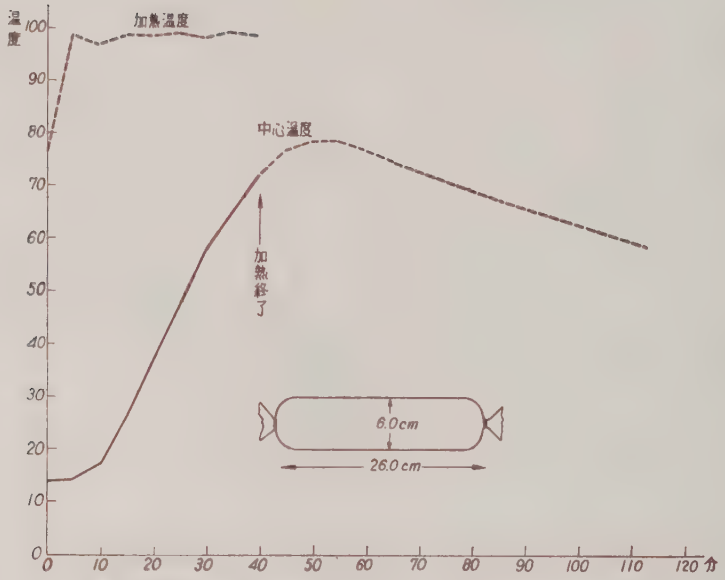
第11図　焼抜カマボコの中心温度の上昇様式

～46°C を示し，多くの煉製品のうちでも最も中心部温度が低い．エソを使つた焼抜カマボコは，煉製品のうちで最も足の強い製品の一つであるが，このことと低温加熱と関係があるのであろうか，とにかく厚生省基準の 73°C からは 27°C も低いことは明であり，足の形成と加熱温度及び中毒性細菌死滅という関係からは問題の残る製品である．更に附言しておきたいことは，この焼抜カマボコは，関東の小田原カマボコ，或は関西型の板付カマボコに比較して遥かに貯蔵性がいい．この原因はもちろん，無糖，無澱粉で造ること，表面をあぶり焼とするため，一種のフイルムが形成されることに基因していると思われる．それに加えて，原料魚の鮮度の良さが製品の足の強さと無関係でない以上，こうした物理的性質も，貯蔵性と関係があると考えられるのである．

三田尻地区は，焼抜カマボコと並んで，当地域で消費される板付カマボコ，スマキ等も製造されている．第12図は，原料にエソを用い，馬鈴薯及び小麦澱粉の等量混合したものを 20 % 添加したスマキの測定結果である．中心部は関西型の板付カマボコのように，高温加熱型で80°C 以上を示す．即ち，同じエソを使つた焼抜の場合は低温加熱で，蒸す場合は高温加熱ということになる．両者には澱粉添加の有無はあるが，こうした傾向は第 13 図の結果からもいいうるのである．これは大型の塩酸ゴムの袋に，焼抜カマボコと全く同じ摺身を詰め，これをブリキ製の円筒に入れて蒸煮したものであるが，中心部温度は 78°C に達し，焼抜カマボコの場合の 46°C と比べて対照的に高いことが判る．魚肉ソーセージとほぼ同様の熱処理をうけるため，本製品は極めて貯蔵性がよく，焼抜カマボコと共に各地に輸送されている．



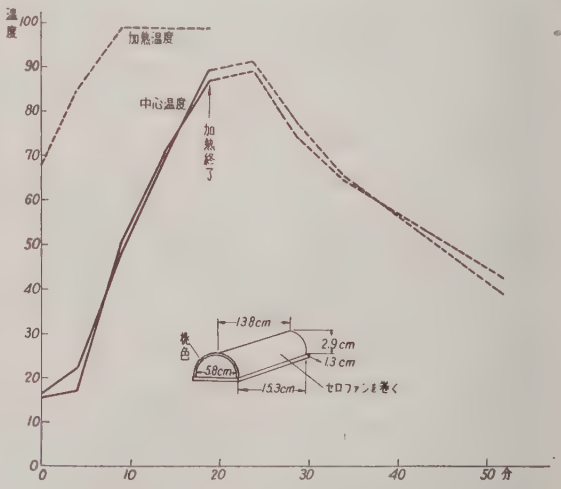
第12図　スマキの中心温度の上昇様式



第 13 図 塩酸ゴム包装によるカマボコの中心温度の上昇様式

（7） 福岡地区の板付カマボコ

この地方の加熱方法は，ストーブ型のボイラーの上に前開きの蒸器をおき，下より直接生蒸気をふきこんで蒸煮している．蒸器も金属性と木製がある．板付カマボコは板共 45 匁前後の小型の製品が多く，蒸煮後ただちにセロファンを表面に被せている．第 14 図はその一工場で測定した結果であるが，この摺身は底曳物のエソとグチを原料とし，これに甘藷澱粉を 6％添加したものである．甘藷澱粉を使つていることは当地方の特徴の一つであろう．

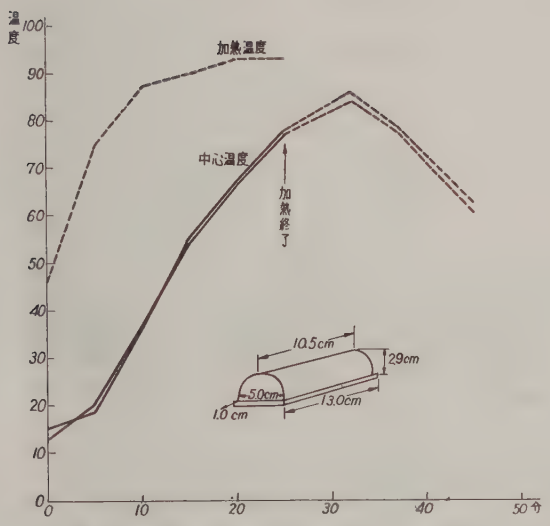


第 14 図 板付カマボコの中心温度の上昇様式

図に示したように，加熱は徐々に行い 99°C にも達する．相当の高温加熱であるが，加熱時間は比較的短く 19 分であつた．しかし小型であるため中心部温度は最高 90°C 近くにまで達する．中心部温度が 70°C 以上に維持される時間は 18 分である．なお当工場で細工カマボコについて測定してみたが，最高中心部温度は 85°C 前後であつた．このような結果よりすれば，中毒原因細菌の死滅の点からは問題なかろう．

（8） 下関地区の板付カマボコ

下関は福岡，長崎と共に以西底曳の根拠地となつているため 煉製品用の原料は豊富である．そのために製品の種類も多い．ことに多いのは油揚製品，焼竹輪等であつて，これらの製品の原料は以西底曳のいわゆる雑物といわれるカレイ，エイ，タチウオ等を使用している．その外エソとグ

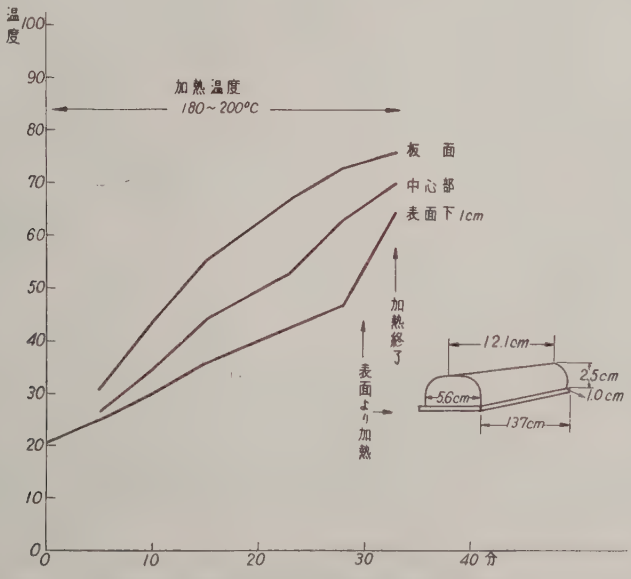


第 15 図　板付カマボコの中心温度の上昇様式

チを原料とした板付，焼抜，スマキ，厚焼等が製造されている．第 15 図に示した結果はエソとグチを原料とし，馬鈴薯澱粉と小麦澱粉を等量混合したものを 15 % 添加した板付カマボコである．加熱温度は最高 93°C，製品中心部温度は最高 86°C，加熱時間は 25 分，70°C 以上に中心部が加熱される時間は 20 分である．

（9）　仙崎地区の焼抜カマボコ及び板付カマボコ

仙崎地区は関東の小田原と共に，代表的なカマボコ生産地である．小田原地方が蒸しカマボコを生産しているのに反し，当地方は焼抜カマボコで知られている．焼抜はエソを原料とするが，その鮮度は極めて良好であつた．しかし一般に馬鈴薯澱粉を 0.5～3 % 添加している．第 16 図の製品はエソを原料として馬鈴薯澱粉を 3 % 添加したものである．加熱は総べて炭火を用い，よく灰をかぶせて加熱を均一にし，その上部約 30 cm の距離であぶり焼するのである．最初 30 分間板の上下より加熱し，後裏返して表面を 6 分加熱し

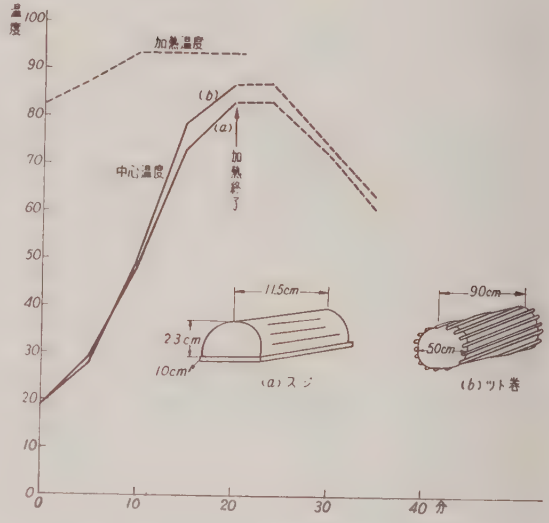


第 16 図　焼板カマボコの中心温度の上昇様式

て完了する．図に示した通り板に近い摺身の温度上昇が一番早く，最高 76°C に達するが，中心部は 70°C 止りであり，上方表面は 65°C というような低温であつた．

この地方は焼抜製品で有名であるが，その外板付の蒸しカマボコ，スマキ等の製品も生産している．このような蒸煮製品には近海でとれる雑魚を配合する．蒸し器は前開きの扉を有する木製の箱

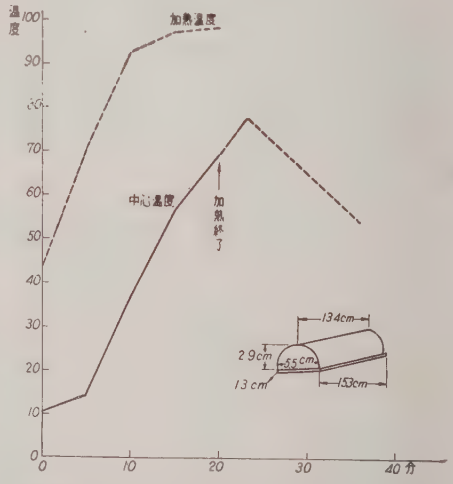
を使用している．第 17 図はエソとカナガシラを原料とし，これに小麦澱粉を 13％ 添加した製品である．蒸煮温度は 93°C，中心部最高 87°C で焼抜と異り相当高温加熱であつて，小麦澱粉の使用と共に，いわゆる関西形式の加熱方法であるということができよう．



第 17 図　スジ，ツト巻の中心温度上昇様式

(10)　浜田，香住地区の板付カマボコ

この地方は山陰地方として，共通した特徴を持つている．即ちエソ，グチ等のカマボコに適した魚種がこの地方にはとれないために，高級品以外はいわゆる地物であるカレイ，カナガシラ，メバル，アジ等を使用し，これに馬鈴薯澱粉と小麦澱粉を添加している．澱粉の使い方からすれば関東と関西の中間形態をとつているわけである．第 18 図は香住の工場で測定した結果であるが，アジを原料として馬鈴薯澱粉を 10％，小麦澱粉を 10％，合計 20％ の澱粉が添加してある．加熱温度は最初徐々に加熱し，最高 98°C に達するが，中心部の温度は最高 77°C で 70°C 以上に加熱される時間は約 7 分である．小麦澱粉を使用している製品の中では比較的低温加熱であろう．



第 18 図　板付カマボコの中心温度の上昇様式

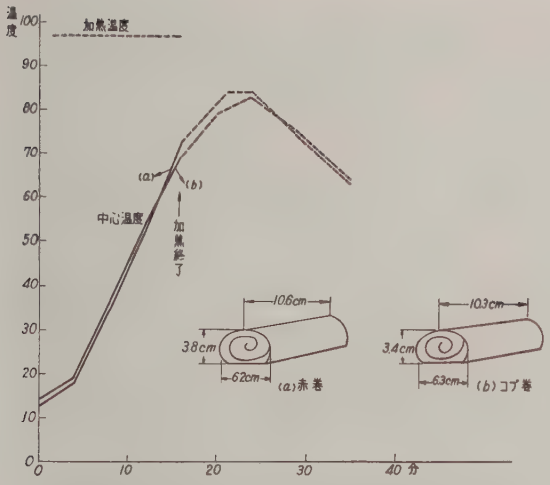
(11)　富山地区のコブ巻カマボコ

この地方の加熱方法はボイラーから導いた蒸気を四角形のセイロを積重ねた下から噴出させて加熱する方法である．なおここでは他の地区のような板付は殆んどなく，多いのはコブ巻といつて，板の代りにコブで摺身を巻いた製品，或はコブの代りに摺身でコブのような皮を作り，これで巻いた製品が多い．使用魚種はキグチとホッケを混合して使用している．キグチは勿論以西底曳物であるが，富山から北へ行くと，殆んどグチ類は使用していないから，グチを使う北限ともいえる所である．澱粉は馬鈴薯澱粉を使用し，これを摺身に対し 15％～20％ 添加している．

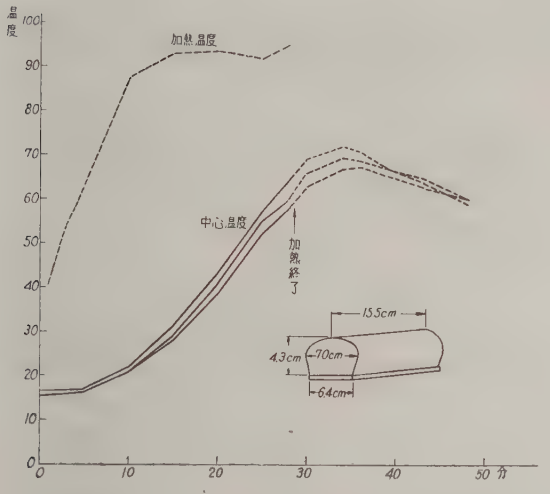
第 19 図は富山市の工場で実測した結果であるが，この地方の共通した特徴として加熱温度は最初から 97°～99°C というように高くして最後まで殆んど変りなく加熱する．中心部も最高 84°C で馬鈴薯澱粉を使つているにしては高温加熱の方である．70°C 以上に維持される時間は 16 分であつた．

(12)　新潟地区の板付カマボコ

この地区の加熱方法は前述の富山地区と同様な蒸し器を用いている．使用魚種は殆んどスケトウタラを使用し，これに馬鈴薯澱粉を 10％ 前後添加して小田原形式のカマボコを作つている．スケ



第 19 図　コブ巻カマボコの中心温度の上昇様式



第 20 図　板付カマボコの中心温度の上昇様式

トウタラは一般に足の弱い原料とされているが，この地方では地先の極めて鮮度良好なスケトウタラを使用して，無澱粉のカマボコの製造に成功している．だが原料入手の関係で無澱粉カマボコの製造は時期的の制約をうける．第 20 図はスケトウタラに馬鈴薯澱粉を 10 % 添加したものであるが加熱温度は最初徐々に行われ，しかもその最高が 74°C であるから比較的低い．中心部もこの場合には最高 72°C であるが，他の工場でも板付では 75°C 止りであつて比較的低く，この点は関東の小田原カマボコによく似ているということができよう．

III. 考　　察

関東の小田原形式のカマボコの場合，中板，大板の如く形の大型化に伴つて，中心部温度が低くなり勝ちになるということは，今回の調査結果から明かとなつた．そして小田原形式のカマボコは，同じような原料を用いても，焼津，油比でみられるように，高温加熱型のものと，小田原地区にみられるように，低温加熱型の二つの加熱方式があることが判る．従つて，中心温度が低いところで打切られる製品は，後者の地区に多く，第一報で指摘したように，小板カマボコでさえ，同一の日に同じ摺身を用いて中心部温度がまちまちの製品が市販されるということが起る．中毒性細菌死滅の問題を第一義的に考えて，衛生的観点より加熱温度をみると，73°C 以下で不均一ということは改良さるべき点であろう．

つぎに，板付カマボコの加熱方法には関西型と関東型の特色があることは，今回の調査によつてもはつきり区別することができた．その理由は第一報に詳しくのべたので省略する．なお各測定結果を第 1 表にまとめて示すこととした．

IV. 要　　約

1)　煉製品製造時の中心温度の上昇様式を第一報に引続いて，関東（横浜，油比，焼津），豊橋，名古屋，阪神，広島，三田尻，下関，福岡，仙崎，香住，富山，新潟地区の市販品について調査した．

2)　関東の小田原形式のカマボコには，同様な原料を用いても，高温加熱型のものと低温加熱型

第1表　各種煉製品の加熱と中心部温度

No.	製品の種類	高サ×幅×長サ cm cm cm	加熱温度 C	挿身の初温度 C	加熱終了時の中心温度 C	最高中心温度 C	最高中心温度止時間 分	中心温度が60℃に達した時間 分	中心温度が60℃以上継続時間 分	中心温度が70℃以上継続時間 分
1	小板	4.3× 6.2×13.0	75.8±18.3～22.2	20.0	70.0	71.5	45.0	50.0	33.0	10.0
2	中板	5.5× 7.9×16.0	72.4±11.4～ 4.6	19.0	42.5	50.0	45.0	60.0		0.
3	大板	7.5×10.8×23.0	72.4±11.4～ 4.6	18.0	61.5	61.5	80.0	80.0	7.30	0.
4	小板	4.4× 5.5×13.0	94.4± 8.4～ 5.6	20.0	80.5	85.0	38.0	45.0	34.0 以上	29.0
5	大板	7.7×12.0×21.5	94.0± 5.5～ 3.5	20.0	78.0	80.0	80.0	85.0	37.30以上	22.30以上
6	小板	4.4× 5.0×13.5	89.1±10.1～ 7.4	23.0	80.0	82.0	43.0	52.0	37.0 以上	26.0
7	小板	4.4× 5.0×13.5	89.1±10.1～ 7.4	23.0	80.0	83.0	43.0	52.0	37.0 以上	26.0
8	大板	7.0×10.8×21.5	88.5±15.5～ 6.5	20.0	83.0	83.0	110.0	110.0	107.0 以上	55.0
9	大板	7.0×10.8×21.5	88.5±15.5～ 6.5	20.0	84.0	84.0	110.0	110.0	102.0	68.0
10	大板穴有	7.7×12.0×21.5	93.5± 6.0～ 4.5	20.0	77.0	80.0	80.0	87.0	72.0 以上	53.0
11	大板穴無	7.7×12.0×21.5	93.5± 6.0～ 4.5	20.0	65.0	69.0	80.0	87.0	53.0 以上	0.
12	小板	3.0× 5.0×12.0	85.9±12.9～11.1	17.0	84.0	85.0	46.0	50.0	44.30	34.0
13	小板	4.0× 6.7×13.4	85.9±12.9～11.1	15.5	86.0	87.0	46.0	48.0	46.30	36.30
14	板付カマボコ	2.4× 4.8×13.2	91.3±17.3～ 8.7	10.5	83.0	87.5	25.0	30.0	27.0	19.0
15	板付カマボコ	2.4× 4.8×13.2	91.3±17.3～ 8.7	12.0	85.0	87.5	25.0	30.0	29.30	21.0
16	スマキ	3.0× 4.7×10.0	72.8±33.8～25.7	20.0	92.5	92.5	23.0	23.0	16.30以上	14.0
17	スマキ	3.0× 4.7×10.0	72.8±33.8～25.7	21.5	91.0	91.0	23.0	23.0	16.0 以上	13.0
18	焼板カマボコ	2.0× 7.3×13.5	85.9±21.9～12.6	19.0	80.0	80.0	24.0	24.0	26.0 以上	17.0
19	焼板カマボコ	2.0× 7.3×13.5	85.9±21.9～12.6	19.0	81.0	81.0	24.0	24.0	25.30以上	18.0
20	細工カマボコ	6.2× 5.0×11.5	84.7±14.7～ 7.3	18.0	83.0	89.0	7.0	6.0	9.0	6.30
21	細工カマボコ	6.2× 5.0×11.5	84.7±14.7～ 7.3	22.0	84.0	89.0	7.0	6.0	9.30	6.30
22	焼抜カマボコ中心	2.0× 5.1×16.3	127.5± 7.5	37.0	37.0	45.0	42.0	15.0	0.	0.
23	焼抜カマボコ表面下 0.5 cm	2.0× 5.1×16.3	127.5± 7.5		35.0	45.5	42.0	24.0	0.	0.
24	スマキ	3.2× 8.6	92.2± 6.2～ 3.8	17.0	83.0	83.0	15.0	15.0	24.30	15.30
25	塩酸ゴム包装によるカマボコ	6.0× 26.0	95.9±19.9～ 3.1	14.0	72.0	78.5	40.0	50.0	77.0	39.30
26	板付カマボコ	2.9× 5.8×13.8	90.0±22.0～ 9.0	16.0	88.0	89.0	22.0	24.0	26.30	17.30
27	板付カマボコ	2.9× 5.8×13.8	90.0±22.0～ 9.0	17.0	90.0	91.0	22.0	24.0	26.0	18.0
28	板付カマボコ	2.9× 5.0×10.5	80.9±34.9～12.6	13.0	82.0	84.0	30.0	32.0	28.0	19.0
29	板付カマボコ	2.9× 5.0×10.5	80.9±34.9～12.6	15.0	84.0	86.0	30.0	32.0	30.0	20.30
30	焼抜カマボコ中心	2.5× 5.6×12.1	190.0±10.0		70.0	70.0	33.0	33.0	6.30	
	表面下 1 cm		190.0±10.0	20.5	64.0	64.0	33.0	33.0	1.0 以上	0.
	板面	1.0× 5.6×13.7	190.0±10.0		76.0	76.0	33.0	33.0	15.0 以上	7.30以上
31	スジ巻	2.3× 11.5	90.1± 7.6～ 3.4	19.0	83.0	83.0	20.0	20.0	23.0	16.30
32	スト巻	5.0× 9.0	90.1± 7.6～ 3.4	19.0	87.0	87.0	20.0	20.0	25.0	18.30
33	板付カマボコ	2.9× 5.5×13.4	80.3±36.8～17.7	10.5	69.0	77.5	20.0	23.0	16.30	7.0
34	コブ巻カマボコ	3.8× 6.2×10.6	97.0± 0.	13.0	73.0	84.0	16.0	21.0	21.30	15.30
35	コブ巻カマボコ	3.4× 6.3×10.3	97.0± 0.	14.0	69.0	83.0	16.0	24.0	21.30	15.30
36	板付カマボコ	4.3× 7.0×15.5	72.6±31.6～21.9	15.5	58.0	67.0	28.0	34.0	19.0	0.
37	板付カマボコ	4.3× 7.0×15.5	72.6±31.6～21.9	15.5	60.0	69.5	28.0	34.0	20.0	0.
38	板付カマボコ	4.3× 7.0×15.5	72.6±31.6～21.9	16.5	64.0	72.0	28.0	34.0	21.0	5.30

の二つの加熱方法があることが実測結果から得られた.

3) 大板カマボコの如く，形の大型化に伴つて，中心部温度が低いところで打切られる傾向があり，これは低温加熱型の加熱方式を実施している地区に多く見られる.

4) 大板カマボコの如く，中心部温度が上昇しにくいものは，板に穴のあるものを用いて，その上昇を補つて加熱する必要は，食品衛生的の面から是非実施する必要がある.

5) 関西地区のカマボコの加熱は，中毒性細菌死滅と規定された 73°C より遥かに高く，中心部が 80°C 以下のものは見あたらなかつた.

6) 焼抜カマボコは，多くの煉製品の中で最も中心部温度が低い．食品衛生の面からは問題の残る製品であろう.

7) 松茸型の煉製品の中心温度は，63°～66°C であり，かなり低温である.

8) 赤外線灯による煉製品の加熱は作業能率もよく，温度調節も割合簡単であるが，部分的に加熱温度が均一にならず，これを改良する必要がある.

9) 福岡，下関地区の板付カマボコはエソとグチを主原料とし，福岡地区は甘藷澱粉を，下関地区は馬鈴薯澱粉と小麦澱粉を等量混合して使つている．いずれも加熱温度は高く，従つて中心部温度も高い．中心部は 85°C 以上に達する.

10) 仙崎地区はエソを用いた焼抜カマボコの主産地であるが，中心部温度は低く 73°C には達しない．この地区の板付カマボコは小麦澱粉を用い．加熱温度も関西と同様に高い.

11) 富山地区の板付カマボコは馬鈴薯澱粉を用いているが，加熱温度は高く，最初から 97°～99°C というような高温で加熱する.

12) 新潟地区の板付カマボコはスケトウタラを主原料として，これに馬鈴薯澱粉を添加している．加熱温度は小田原地区に似て低く，中心部温度も 67°～75°C 程度である.

この調査を行うに際し，各地の業者の方々にお世話になつた．それを紹介いただいた全国煉製品協会，柴信一氏と共に厚く御礼申し上ぐ次第である.

文　献

1) 天野慶之他 4 名: 日水会誌，**20**，816～829 (1955).
2) 内山均，天野慶之: 日水会誌，**20**，830～834 (1955).
3) 河端俊治，高瀬明，天野慶之: 日水会誌，**20**，835～845 (1955).
4) 西海区水産研究所: "東海，黄海における底魚資源の研究" (1953)，pp. 17.

Food Hygienical Studies on Fish Jelly Products-V
Cooking Temperature in Fish Jelly Products (II)

Keishi Amano, Hitoshi Uchiyama and Motonobu Yokoseki

Synopsis

In the previous paper, reporting the conductive rate of cooking temperature into the core of fish jelly products, the authors emphasized the importance of cooking temperature with reference to the quality preservation and the environmental sanitation. The present work deals with the results of surveys conducted in supplement to the preceding ones at factories other than those reported on the earlier occasion.

In Kanto provinces different cooking temperatures have been employed even for the products of the same size and the same material. Particularly the temperature at the core of large-sized products called "Ooita Kamaboko" is not so easily raised as that of the smaller one. In addition, it has been found that in most of the large-sized "Kamaboko", the heating process is not satisfactory to make the core temperature attain 73°C, the standard officially recommended for sterilizing food-poisoning bacteria such as *Salmonella*, *Enterococci* and *Paracolons*. An exception is a type of "Ooita Kamaboko", which is mounted on a wooden plate with two or three holes. For heat conduction into the core of this product proved better than the other type with non-perforated plate (Fig. 4).

Among various kinds of fish jelly product so far examined, a roast type called "Yakinuki Kamaboko" produced mainly in Yamaguchi district, appears to have the best preservable quality, despite low temperatures that have been observed at its core oftener than in other products. It is very likely that the shelf life is related with the freshness of fish meat and kinds of sub-materials used. In fact, these roasted products are made solely from very fresh meat of *Saurida elongata* (Temminck et Schlegel) and salt, without adding other seasonings such as sugar or sodium glutaminate. However, the fact that low temperature at the core was found in these products suggests the necessity of suitable control of factories from the view point of environmental sanitation.

Heating process by infra-red lamps has been regarded as the best of all available for roasting "Kamaboko". But it must be remembered that the temperature at the core by this method is not so readily raised as by charcoal fire.

The cooking process used in Kansai provinces is satisfactory from the sanitary standpoint, since temperatures lower than 73°C at the core have not been observed in this district, so far as the authors have investigated On the other hand, the products in Kanto provinces are heated at lower temperatures. Although this may be connected with the kinds of fish meat used, the amount and kind of starch or the like, it should be advised to heat the core up to 73°C in order to sterlize the food-poisoning bacteria.

釣餌に使用される環形動物及び昆虫類幼虫のビタミン類含量*

東　秀雄・村山繁雄
簗瀬正明・田部井菊子

1. 緒　　言

ミミズ，ゴカイ，ボッタ等の環形動物及びアカムシ，アカボウ等の昆虫の幼虫は古くから釣餌として使われている．これらの動物は魚類が特に好み，その体成分中に魚類を誘う物質，或は魚類の栄養上必要な物質を多く含んでいると想像される．著者等はこれら動物は魚類の成長に必須のビタミン類を豊富に含むべきことを予想し，そのビタミン類含量を測定してみた．其の結果，ビタミン群の含量が極めて高いことが判つた．特にミミズの B_2 含量は生体 g 中 38 γ，乾物中 183 γ の如き高い値を示した．この値は動物中で B_2 含量が最も多いとされる或る種の昆虫類の値に匹敵する．

2. 供　試　料

下記の7種類で (a)—(e) が環形動物，(f)，(g) が昆虫類の幼虫である．(d) を除いては何れも東京都，千葉県下の釣具店で購入した．

(a)　ミミズ—シマミミズ，*Allolophora foetida* Savigny，俗称キジ
最も普通のミミズで釣魚の餌として最も多く利用される．淡水魚の餌とする．

(b)　イトミミズ—ハツタイトミミズ，*Tubifex hattai* Nomura
淡水産で主に金魚，熱帯魚の餌とするが，時に釣餌とする．

(c)　ゴカイ—*Nereis japonica* Izuka
淡水の混入する海岸，河口の砂泥中に棲息し，関東地区で極く普通に使われる釣餌である．

(d)　イソメ—イワムシ，*Marphysa iwamushi* Izuka
海岸の砂泥或は砂礫の間に棲息している．同僚川名技官が千葉県，上総湊で採集したものである．

(e)　ボツタ—マミズイトミミズ，*Phizodrilus limasus*
下水等に棲息し寒鮒の釣餌として広く使われている．

(f)　アカムシ—*Chironomus sp.*
鮮紅色，体長 0.5～1.0 cm で淡水魚の釣餌，金魚の餌とする．

(g)　アカボウ—*Ceratopogon sp.*
昆虫類，隻翅目，ゆすり蚊科，糠蚊，体色は赤色で，金魚の餌によく用いられる．

3. ビタミン類の測定法

カロチン—試料の不鹸化物につき，アルミナを用いてクロマトグラムを行い，カロチン区分を分離して定量した．

ビタミン B_1 —チオクローム法によつた．
　　B_2 —ルミフラビン蛍光法によつた．

* 1958 年 1 月 10 日受理，東海区水産研究所業績，A第 65 号．

B_6 —*Saccharomyces carlsbergensis* を使用する微生物法によつた.

B_{12}—*Lactobacillus leichmannii* 法によつた.

パントテン酸—*Lactobacillus arabinosus* を使用する微生物法によつた.

葉　　酸—*Streptococcus faecalis* を使用する微生物法によつた.

4. 実験結果と考察

前記の餌料について行つた一般分析の結果を第1表に，ビタミン類の含量を第2表に示す.

Table 1 に於て環形動物，昆虫類幼虫の示す鉄含量は一般動物に比しかなり高い．これらの動物は概して砂泥中に棲息しており，泥質物を摂取する事が多いので，消化管中に泥質物が残存するためかも知れない.

Table 2 を見るに供試動物は何れも相当量のカロチンを含有し，その量はシジミ，カキ等の貝類と同程度である．ビタミン A は含量も少く，キサントフイルが混在するため正確な定量は困難であつたが，カロチンに比し遥かに少いと推定した.

供試動物はビタミン B_1, B_2 を濃厚に含む．B_1, B_2 含量は魚肉より著しく多く，魚類の肝臓程度，或はそれを凌駕する．殊にシマミミズの B_2 含量は生鮮物中 38 γ/g，乾物中 183 γ/g で養魚餌料として使用されている蚕蛹より遥かに高い．昆虫類のアブ属，ハエ属[1]には B_2 含量が非常に高いものがあるが，シマミミズの B_2 含量はこれに匹敵するものである．尚シマミミズの体前部と体後部では B_2 含量が異り，腸の占める割合が大きい体後部の方が濃厚であつた．(体前部 25.8 γ/g,

第 1 表　環形動物及び昆虫幼虫の一般成分

Table 1. Chemical composition of Annelidae and insect larvae

種名 Species	水分 moisture %	全窒素 total nitrogen %	粗脂肪 fats %	粗灰分 ash %	無機質 minerals Ca mg%	無機質 minerals P mg%	無機質 minerals Fe mg%	備考 date
ミミズ（通称キジ）シマミミズ *Allolophora foetida* Savigny	81.2	1.98 (10.5)	2.14 (11.4)	1.74 (9.24)	456 (2430)	397 (2115)	34.6 (184)	1955.11.14
	79.2							1956. 2. 2
イトミミズ ハツタイトミミズ *Tubifex hattai* Nomura	82.8	1.33 (7.73)	3.10 (18.0)	0.81 (4.73)	54 (314)	195 (1130)	16.5 (96)	1955.11. 2
ゴカイ ゴカイ *Nereis japonica* Izuka	79.0	2.31 (11.0)	1.15 (5.46)	1.00 (4.78)	2.16 (10.3)	320 (1525)	15.5 (74)	1955.11.14
イソメ イワムシ *Marphysa iwamushi* Izuka	75.3	2.15 (8.70)			232 (941)	178 (722)	30.2 (122)	1955.11.20
	77.9	2.11 (9.55)			192 (868)	162 (734)	36.9 (167)	1955.11.20
ボツタ マミズイトミミズ *Phizodrilus limasus*	75.5				44.1 (180)	193 (790)	26.0 (106)	1956. 2. 2
アカムシ *Chironomus* sp.	81.7	1.62 (8.85)	1.90 (10.4)	0.77 (4.20)	35.5 (193)	350 (1910)	14.6 (80)	1955.11.14
アカボウ 糠蛟 *Ceratopogon* sp.	84.7	1.37 (8.92)	1.94 (12.7)	1.50 (9.77)	28.0 (183)	182 (1190)	79.0 (517)	1955.10.17

( ) 内は無水物換算値.

The numerals in parentheses show the values converted into dry matter.

第 2 表　環形動物及び昆虫幼虫のビタミン類含量
Table 2. Vitamin contents of Annelidae and insect larvae

種名 Species	カロチン Carotene γ%	ビタミン B_1 Thiamine γ/g	ビタミン B_2 Riboflavin γ/g	ビタミン Vitamin B_3 γ/g	ビタミン Vitamin B_{12} γ/100g	パントテン酸カルシウム Ca-Pantothenate γ/g	葉酸 Folic acid γ/100g	備考 date
ミミズ（通称キジ） シマミミズ *Allolophora foetida* Savigny		96.0 (510)	27.0 (144)	3.4 (18.1)	9.7 (51.5)	3.7 (19.7)	19 (101)	1955.11.14
		15.0 (72.1)	38.0 (183)					1956. 2. 2
イトミミズ ハッタイトミミズ *Tubifex hattai* Nomura	77.4 (450)	28.3 (164.5)	8.0 (46.5)	3.4 (19.8)	18 (105)			1955.11. 2
ゴカイ ゴカイ *Nereis japonica* Izuka	57.2 (272)	6.0 (28.6)	6.7 (31.9)	1.5 (7.15)	14 (66.7)	7.6 (36.2)	14.5 (69)	1955.11.14
イソメ イワムシ *Marphysa iwamushi* Izuka	286 (1165)	11.1 (45)	12.5 (50.6)	1.3 (5.26)	7.7 (31.2)			1955.11.20
		14.5 (60.6)	11.0 (49.8)					1955.11.20
ボッタ マミズイトミミズ *Phizodrilus limasus*		7.2 (29.4)	15.0 (61.2)					1956. 2. 2
アカムシ *Chironomus* sp.	47.5 (260)	21.6 (118)	8.3 (45.4)	4.0 (21.8)	0.44 (2.40)			1955.11.14
アカボウ 糠蛟 *Ceratopogon* sp.	77.7 (508)	22.7 (148)	6.7 (43.8)	1.5 (9.8)	0.1 (0.65)			1955.10.17

（ ）内は無水物換算値.
The numerals in parentheses show the values converted into dry matter.

体後部 38.8 γ/g）この事はシマミミズに於て B_2 が消化管内で合成されることを思わしめる．ビタミン B_{12} は昆虫類幼虫には少いが，環形動物には何れも濃厚に含まれる．これらの B_{12} 含量は総じて魚類肝臓程度である．これは環形動物が B_{12} 生産菌の存在する泥土中に棲息する事実より容易に頷ける．ビタミン B_6，パントテン酸．葉酸の含量は測定の範囲では何れも魚肉程度であつた．

以上の如く，古くから釣餌として使用されている供試環形動物及び昆虫類の幼虫は体成分中にビタミン B_1, B_2 を豊富に含有し，その他のビタミン類をも相当に含有している事が判明した．魚類がこれらの動物を餌料として好むのは，成長に必要なビタミン類を本能的に摂るためか，これら動物の臭味が魚を誘うものか明らかでないが，釣餌として使用されている上記動物が何れも諸種のビタミン類を豊富に含む事実は興味が深い．

5. 摘　　要

釣餌に使われる環形動物ミミズ，イトミミズ，ゴカイ，イトメ，ボッタ及び昆虫類幼虫アカムシ，アカボウにつき，一般成分，ビタミン類を測定し次の結果を得た．

1. これら餌料動物は無機成分中，鉄含量が高い．
2. ビタミン A は微量であるが，カロチン含量は貝類と同程度である．

3. ビタミン B_1, B_2 含量が高く，魚類肝臓程度，或はそれ以上の高い値を示す．特にミミズの B_2 含量は著しく高い．
4. 環形動物はビタミン B_{12} が濃厚である．
5. ビタミン B_6，パントテン酸，葉酸含量は魚肉と同程度である．

一般成分，カロチンは，平尾秀一，菊地嶺両氏が測定した．厚く感謝する．

文　献

1) 竹内武雄：ビタミン，6，465 (1953)．

Vitamin Contents in Baits for Sports Fishing

Hideo Higashi, Shigeo Murayama, Masaaki Yanase and Kikuko Tabei

Synopsis

Chemical compositions and vitamin contents have been tested with various kinds of baits that are used for sports fishing, including several species of Annelidae and insect larvae. The results are indicated in tables 1 and 2.

In all the samples thiamin and riboflavin were found as high as those in the liver of fish. On the other hand, annelids, but no other samples, showed the B_{12} content equal to that in the fish liver. In view of an extraordinary level of the riboflavin content found in earthworm, *Allolbophora foetida* Savigny, it is assumed that this species of annelids possesses riboflavin on a level well matching with the highest that has ever been known with some groups of insects.

The levels of B_6, Ca-pantothenate and folic acid were found nearly equal to those of the fish flesh. Carotene in all the samples was as rich as in shell-fish.